

# Anlage zum Merkblatt

## Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft

### Technische Mindestanforderungen

Hinweis: Die in dieser Anlage zum Merkblatt genannten technischen Mindestanforderungen sind identisch mit den technischen Mindestanforderungen des gleichnamigen Programms zur Beantragung eines reinen Investitionszuschusses beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle.

### Querschnittstechnologien (Einzelmaßnahmen)

Gefördert werden im Rahmen von Modul 1 hocheffiziente stationäre Anlagen oder Aggregate als **Ersatz** oder **Neuanschaffung** in den folgenden Querschnittstechnologien:

- Elektrische Motoren und Antriebe,
- Pumpen für die industrielle und gewerbliche Anwendung,
- Ventilatoren,
- Druckluftanlagen,
- Anlagen zur Abwärmenutzung beziehungsweise Wärmerückgewinnung aus Abwasser,
- Dämmung von industriellen Anlagen beziehungsweise Anlagenteilen,
- Frequenzumrichter

Die Prüfung der Förderfähigkeit der beantragten Anlagen beziehungsweise Aggregate erfolgt jeweils anhand der unten stehenden Kriterien basierend auf einem Nachweis in Form eines **Herstellernachweises** oder eines **Produkt- bzw. bei Dämmung Materialdatenblatts**.

### Anforderungen

#### 1.1 Elektrische Motoren und Antriebe

Gefördert werden:

- **Hocheffiziente fabrikneue Elektromotoren sowie Elektroantriebe** bestehend aus einem effizienten Elektromotor und einer Regelung (drehzahlgeregelte Antriebe) als ein standardmäßig, am Markt angebotenes Produkt für den stationären Einsatz.
- **Frequenzumrichter** zur bedarfsabhängigen Regelung der Drehzahl von Elektromotoren und Elektroantrieben.

**Welche Voraussetzungen müssen erfüllt werden?**

#### **Hocheffiziente Elektromotoren und -antriebe**

- Elektromotoren mit einer Nennausgangsleistung unterhalb von 0,75 kW müssen eine Nenn-Mindesteffizienz von wenigstens 82,4 % berechnet nach dem Verfahren in Verordnung (EG) Nr. 640/2009 vom 22. Juli 2009 aufweisen.
- Elektromotoren mit einer Nennausgangsleistung zwischen 0,75 kW und 375 kW müssen mindestens der Effizienzklasse IE4 nach Verordnung (EG) Nr. 640/2009 i.V.m. IEC 60034-30 zugeordnet sein.
- Elektromotoren mit einer Nennausgangsleistung größer als 375 kW müssen eine Nenn-Mindesteffizienz größer als 96,0 % berechnet nach dem Verfahren in Verordnung (EG) Nr. 640/2009 vom 22. Juli 2009 aufweisen.

295  
Kredit

Kooperationspartner:



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Partner von:



# Anlage zum Merkblatt

## Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft

### *Drehzahlregelung bei elektrischen Motoren und Antrieben*

- Der Frequenzumrichter muss für den Nennstrom des Motors ausgelegt sein (Typenschild Elektromotor und FU-Herstellerangabe).

### **1.2 Elektrisch angetriebene Pumpen**

Gefördert werden:

- **Hocheffiziente Kreiselpumpen & Trockenläuferpumpen.**
- **Hocheffiziente Nassläufer-Umwälzpumpen.**
- **Frequenzumrichter** für Pumpen bei variablem Volumenstrom.

Welche Voraussetzungen müssen erfüllt werden?

#### *Hocheffiziente Kreisel- & Trockenläuferpumpen*

- Die elektrische Eingangsleistung des Pumpenmotors darf 1 MW nicht übersteigen.
- Das im Spiralgehäuse befindliche Laufrad (Schaufelrad) muss über eine Welle von einem hocheffizienten Elektromotor entsprechend den Kriterien nach Ziff. 1.1 dieses Merkblattes angetrieben werden.
- **Alternativ** muss die Pumpe einen Mindesteffizienzindex (MEI) von  $\geq 0,70$  nach Verordnung (EG) Nr. 547/2012 vorweisen können und von einem Motor mit der Effizienzklasse IE3 nach Verordnung (EG) Nr. 640/2009 angetrieben werden.
- Verdrängerpumpen müssen ebenfalls von einem hocheffizienten Elektromotor entsprechend den Kriterien nach Ziff. 1.1 dieses Merkblattes angetrieben werden.

#### *Nassläufer-Umwälzpumpen:*

- Die Pumpen müssen eine hydraulische Leistung von minimal 1 W und maximal 2.500 W aufweisen.
- Die Pumpen müssen einen Energieeffizienzindex (EEI)  $\leq 0,20$  berechnet nach dem Verfahren in Verordnung (EU) Nr. 622/2012 aufweisen.

#### *Drehzahlregelung bei Pumpen:*

- Der Frequenzumrichter muss für den Nennstrom des Pumpenmotors ausgelegt sein (Typenschild Elektromotor und FU-Herstellerangabe).
- Der auszustattende Pumpenmotor muss für den Dauerbetrieb in dem jeweiligen Frequenzbereich ausgelegt sein.

### **1.3 Ventilatoren**

Gefördert werden:

- **Hocheffiziente Ventilatoren**, die durch einen Elektromotor einen Drehflügel zur Aufrechterhaltung eines kontinuierlichen Gasstroms durch das Gerät hindurch antreiben, dessen Arbeit pro Masseneinheit 25 kJ/(kg K) nicht übersteigt.
  - Der Antrieb des Drehflügels muss die Hauptfunktion des Elektromotors sein.
  - Der Ventilator muss mindestens aus Elektromotor, Drehflügel und Gehäuse bestehen.
- **Frequenzumrichter** zur bedarfsabhängigen Regelung der Drehzahl des Ventilators.
- **Wärmeübertrager** für die Wärmerückgewinnung in raumlufttechnischen Anlagen.

# Anlage zum Merkblatt

## Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft

### Welche Voraussetzungen müssen erfüllt werden?

#### Hocheffiziente Ventilatoren

- Die elektrische Eingangsleistung des Ventilators darf 0,125 kW nicht unterschreiten und 500 kW nicht überschreiten.
- Der Ventilator muss die in Tabelle 1 aufgeführten Mindesteffizienzwerte, berechnet nach dem Verfahren in Verordnung (EG) Nr. 327/2011, erfüllen.

**Tabelle 1: Mindestwerte für den Effizienzgrad (N)**

Ventilatorotyp	Messkategorie (A-D)	Effizienzklasse (statischer oder totaler Wirkungsgrad)	Mindestwert Effizienzgrad (N)
Axialventilator	A, C	statisch	50
	B, D	total	64
Radialventilator mit vorwärts gekrümmten Schaufeln und Radialventilator mit Radialschaufeln	A, C	statisch	62
	B, D	total	65
Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln ohne Gehäuse	A, C	statisch	62
Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln mit Gehäuse	A, C	statisch	62
	B, D	total	65
Diagonalventilator	A, C	statisch	62
	B, D	total	65
Querstromventilator	-	-	nicht förderfähig

#### Drehzahlregelung bei Ventilatoren

- Der Frequenzumrichter muss für den Nennstrom des Ventilators ausgelegt sein (Typenschild Elektromotor und FU-Herstellerangabe).

#### Wärmerückgewinnung

- Wärmerückgewinnungseinrichtungen in raumlufttechnischen Anlagen müssen mindestens den Anforderungen der DIN EN 13053 – Klasse H1 entsprechen.
- Die Rückwärmzahlen sind gemäß der DIN EN 308 (Wärmeaustauscher– Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistungskriterien von Luft/Luft und Luft/Abgas-Wärmerückgewinnungsanlagen) auszuweisen.
- Der Volumenstrom durch die Wärmerückgewinnungseinheit muss mindestens 2.000 m<sup>3</sup>/h betragen.

### 1.4 Druckluftanlagen

#### Gefördert werden:

- Hocheffiziente Kompressoren**
  - mit Drehzahlregelung.
  - ohne Drehzahlregelung, wenn der Kompressor mit geringer Schalldämmung und geringem Leerlaufanteil betrieben wird.
- Nachrüstung einer **übergeordneten Steuerung bei mehreren Kompressoren** zur bedarfsgeregelten Optimierung der Gesamteffizienz der Druckluftstation.
- Wärmeübertrager** für die Wärmerückgewinnung in Druckluftherzeugungsanlagen.

# Anlage zum Merkblatt

## Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft

- Die Erstinvestition in **ein Ultraschallmessgerät** zum Auffinden von Leckagen (Leckagemessgerät).

### Welche Voraussetzungen müssen erfüllt werden?

#### Hocheffiziente Druckluftherzeuger:

- Das Druckniveau muss im Bereich zwischen 3 und 15 bar Überdruck liegen.
- Öleingespritzte Kompressoren müssen in Abhängigkeit des Druckniveaus eine Effizienz bei der Druckluftherzeugung, gemessen nach ISO 1217 Annex C und den dort genannten Toleranzen, einen mittleren spezifischen Leistungswert<sup>1</sup> gemäß Tabelle 2 aufweisen.
- Ölfreie Kompressoren müssen in Abhängigkeit des Druckniveaus eine Effizienz bei der Druckluftherzeugung, gemessen nach ISO 1217 Annex C und den dort genannten Toleranzen, einen mittleren spezifischen Leistungswert gemäß Tabelle 3 aufweisen.
  - Kältetrockner sind bei der Bestimmung der spezifischen Leistung nicht zu berücksichtigen.
- Bei drehzahleregelten Kompressoren ist die spezifische Leistungsaufnahme jeweils bezogen auf den Bestpunkt zu ermitteln.

**Tabelle 2: Spezifische Leistungsaufnahme hocheffizienter öleingespritzter Kompressoren in Abhängigkeit des Nenndrucks in bar Überdruck (Interpolation bei Zwischenwerten)**

Motor-Nennleistung in kW	Spezifischer Leistungswert nach ISO 1217:2009 Annex C/E - Nenndruck in bar Überdruck											
	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar	11 bar	12 bar	13 bar	14 bar	15 bar
2,2	7,02	7,08	7,26	7,85	8,29	9,17	9,86	10,50	11,68	12,63	13,92	14,76
3	6,48	6,68	6,88	7,39	7,80	8,54	9,17	9,73	10,67	11,50	12,59	13,32
4	6,19	6,45	6,67	7,13	7,52	8,20	8,79	9,31	10,12	10,89	11,87	12,54
5,5	5,99	6,30	6,52	6,95	7,34	7,96	8,52	9,03	9,74	10,48	11,39	12,02
7,5	5,83	6,18	6,41	6,82	7,19	7,78	8,33	8,81	9,46	10,17	11,03	11,63
9	5,71	6,08	6,32	6,71	7,08	7,64	8,17	8,64	9,24	9,92	10,74	11,32
11	5,56	5,94	6,19	6,55	6,92	7,44	7,96	8,41	8,97	9,62	10,40	10,96
15	5,47	5,88	6,12	6,48	6,84	7,34	7,85	8,29	8,81	9,45	10,20	10,74
18,5	5,40	5,82	6,07	6,41	6,77	7,26	7,75	8,18	8,68	9,30	10,03	10,56
22	5,34	5,77	6,02	6,35	6,70	7,18	7,67	8,09	8,56	9,17	9,88	10,39
25	5,17	5,61	5,86	6,18	6,52	6,97	7,44	7,85	8,29	8,88	9,55	10,05

<sup>1</sup> Nachfolgend ein Hinweis für Hersteller von Druckluftherzeugern: der spezifische Leistungswert ist nach den Vorgaben der ISO 1217:2009 (Displacement compressors – Acceptance tests) zu messen. Maßgeblich sind Annex C für elektrisch betriebene Kompressoren und Annex E für drehzahlveränderliche elektrisch betriebene Kompressoren. Kapitel 5 der ISO 1217:2009 regelt die Auslegung der Messgeräte/-instrumente. Die dort beschriebenen Aufbauten/Verfahren sind einzuhalten. Auf die Zusammenstellung der Definitionen in Kapitel 3 wird hingewiesen.

# Anlage zum Merkblatt

## Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft

30	5,12	5,57	5,82	6,13	6,47	6,91	7,38	7,78	8,19	8,77	9,43	9,92
37	5,08	5,53	5,78	6,09	6,42	6,85	7,31	7,71	8,11	8,68	9,32	9,80
45	4,98	5,50	5,75	6,05	6,38	6,80	7,26	7,65	8,03	8,59	9,22	9,70
55	4,94	5,41	5,66	5,95	6,28	6,69	7,13	7,51	7,88	8,43	9,04	9,50
75	4,91	5,38	5,64	5,92	6,24	6,64	7,09	7,46	7,81	8,35	8,96	9,41
90	4,87	5,35	5,61	5,89	6,21	6,60	7,04	7,41	7,75	8,29	8,88	9,33
110	4,84	5,33	5,58	5,86	6,18	6,56	7,00	7,37	7,69	8,22	8,81	9,25
132	4,81	5,30	5,56	5,83	6,15	6,53	6,96	7,32	7,64	8,16	8,74	9,18
160	4,78	5,28	5,54	5,80	6,12	6,49	6,92	7,28	7,59	8,11	8,67	9,11
200	4,76	5,26	5,52	5,78	6,10	6,46	6,89	7,24	7,54	8,05	8,61	9,04
250	4,73	5,24	5,50	5,75	6,07	6,43	6,85	7,21	7,49	8,00	8,55	8,98
275	4,71	5,22	5,54	5,79	6,11	6,47	6,89	7,24	7,52	8,03	8,58	9,01
315	4,68	5,20	5,52	5,77	6,09	6,44	6,86	7,21	7,48	7,99	8,53	8,95
355	4,66	5,18	5,50	5,75	6,06	6,41	6,83	7,18	7,44	7,94	8,48	8,90
360	4,64	5,16	5,48	5,73	6,04	6,39	6,80	7,15	7,40	7,90	8,43	8,85
400	4,62	5,15	5,47	5,71	6,02	6,36	6,77	7,12	7,37	7,86	8,39	8,80
450	4,60	5,13	5,45	5,69	6,00	6,34	6,75	7,09	7,33	7,82	8,34	8,75
500	4,58	5,11	5,44	5,67	5,98	6,31	6,72	7,06	7,30	7,79	8,30	8,71

**Tabelle 3: Spezifische Leistungsaufnahme hocheffizienter ölfreier Kompressoren in Abhängigkeit des Nenndrucks in bar Überdruck (Interpolation bei Zwischenwerten)**

Motor-Nennleistung in kW	Spezifischer Leistungswert nach ISO 1217:2009 Annex C/E - Nenndruck in bar Überdruck											
	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar	11 bar	12 bar	13 bar	14 bar	15 bar
2,2	7,20	7,43	7,66	7,89	8,18	9,03	9,70	10,32	11,45	12,37	13,61	14,51
3	6,91	7,25	7,48	7,62	7,96	8,67	9,23	9,72	10,60	11,79	12,79	13,54
4	6,74	7,15	7,38	7,47	7,84	8,46	8,96	9,40	10,14	11,46	12,33	13,00
5,5	6,63	7,08	7,31	7,36	7,75	8,31	8,78	9,17	9,82	11,24	12,01	12,63
7,5	6,54	7,02	7,25	7,28	7,68	8,20	8,64	9,00	9,58	11,07	11,77	12,35
9	6,47	6,98	7,21	7,21	7,63	8,11	8,53	8,86	9,39	10,93	11,58	12,13

# Anlage zum Merkblatt

## Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft

11	6,41	6,94	7,17	7,16	7,58	8,04	8,43	8,74	9,23	10,81	11,42	11,94
15	6,36	6,91	7,14	7,11	7,54	7,97	8,35	8,64	9,09	10,71	11,29	11,79
18,5	6,31	6,88	7,11	7,07	7,51	7,92	8,28	8,56	8,97	10,63	11,17	11,65
22	6,27	6,85	7,08	7,03	7,48	7,87	8,22	8,48	8,87	10,55	11,06	11,53
25	6,24	6,83	7,06	7,00	7,45	7,82	8,16	8,41	8,78	10,48	10,97	11,42
30	6,20	6,81	7,04	6,97	7,42	7,78	8,11	8,35	8,69	10,42	10,88	11,32
37	6,17	6,79	7,02	6,94	7,40	7,75	8,07	8,29	8,61	10,36	10,80	11,23
45	6,15	6,77	7,00	6,91	7,38	7,71	8,02	8,24	8,54	10,31	10,73	11,14
55	6,12	6,76	6,99	6,89	7,36	7,68	7,98	8,19	8,48	10,26	10,67	11,07
75	6,10	6,74	6,97	6,87	7,34	7,65	7,95	8,15	8,42	10,21	10,60	11,00
90	6,07	6,73	6,96	6,85	7,32	7,62	7,91	8,11	8,36	10,17	10,55	10,93
110	6,05	6,72	6,94	6,83	7,31	7,60	7,88	8,07	8,31	10,13	10,49	10,87
132	6,03	6,70	6,93	6,81	7,29	7,57	7,85	8,03	8,26	10,09	10,44	10,81
160	6,02	6,69	6,92	6,79	7,28	7,55	7,82	8,00	8,21	10,06	10,39	10,75
200	6,00	6,68	6,91	6,78	7,26	7,53	7,79	7,96	8,17	10,02	10,35	10,70
250	5,98	6,67	6,90	6,76	7,25	7,51	7,77	7,93	8,13	9,99	10,30	10,65
275	5,97	6,66	6,89	6,75	7,24	7,49	7,74	7,90	8,09	9,96	10,26	10,60
315	5,95	6,65	6,88	6,73	7,23	7,47	7,72	7,87	8,05	9,93	10,22	10,56
355	5,94	6,64	6,87	6,72	7,21	7,45	7,69	7,85	8,01	9,90	10,19	10,52
360	5,92	6,63	6,86	6,70	7,20	7,43	7,67	7,82	7,98	9,88	10,15	10,48
400	5,91	6,62	6,85	6,69	7,19	7,41	7,65	7,79	7,94	9,85	10,12	10,44
450	5,90	6,61	6,84	6,68	7,18	7,40	7,63	7,77	7,91	9,83	10,08	10,40
500	5,88	6,60	6,83	6,67	7,17	7,38	7,61	7,75	7,88	9,80	10,05	10,36

### Übergeordnete Steuerung bei mehreren Kompressoren

- Bei mehreren parallel in das gleiche Verbrauchernetz fördernden Einzelkompressoren muss eine übergeordnete Steuerung die Betriebsweise der einzelnen Kompressoren zur energieoptimalen Deckung des Druckluftbedarfs (zum Beispiel Betrieb in gemeinsamem Druckband) übernehmen.

### Wärmerückgewinnung

- Die thermische Rückgewinnungsleistung muss mindestens 70 % der elektrisch aufgenommenen Leistung des Kompressors im Nennbetrieb entsprechen.

# Anlage zum Merkblatt

## Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft

### Ultraschallmessgerät

- Die Förderung erfolgt ausschließlich in Kombination mit einer anderen geförderten Maßnahme gemäß Ziff. 1.4.. Je Antragsteller wird maximal ein Leckagemessgerät mit Netto-Investitionskosten von maximal 500 Euro gefördert.

### Welche besonderen Nachweise müssen erbracht werden?

- Der Nachweis des Bestpunktes bei drehzahlgeregelten Kompressoren erfolgt durch den Hersteller.
- Der Nachweis der Wärmerückgewinnung ist über eine Berechnung auf Grundlage der Produktdatenblätter des Wärmetauschers und Kompressors zu erbringen.

### 1.5 Anlagen zur Abwärmenutzung beziehungsweise Wärmerückgewinnung

#### Gefördert werden:

- Wärmeübertrager** für die Abwärmenutzung beziehungsweise Wärmerückgewinnung aus einem wärmeleitenden Abwasser- oder Prozesswasserstrom.

#### Welche Voraussetzungen müssen erfüllt werden?

- Bei einem Wärmedurchgangskoeffizient (k-Wert) des Wärmeübertrages von  $\leq 600 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  darf die mittlere logarithmische Temperaturdifferenz maximal 12 K betragen.
- Bei einem Wärmedurchgangskoeffizient (k-Wert) des Wärmeübertrages zwischen  $600 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  und  $800 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  darf die mittlere logarithmische Temperaturdifferenz maximal 10 K betragen.
- Bei einem Wärmedurchgangskoeffizient (k-Wert) des Wärmeübertrages zwischen  $800 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  und  $1000 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  darf die mittlere logarithmische Temperaturdifferenz maximal 8 K betragen.
- Bei einem Wärmedurchgangskoeffizient (k-Wert) des Wärmeübertrages zwischen  $1000 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  und  $1200 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  darf die mittlere logarithmische Temperaturdifferenz maximal 6 K betragen.
- Bei einem Wärmedurchgangskoeffizient (k-Wert) des Wärmeübertrages von über  $1200 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  darf die mittlere logarithmische Temperaturdifferenz maximal 4 K betragen.

Die Temperatur des Quellenkreises darf maximal 100 °C betragen.

Die mittlere logarithmische Temperaturdifferenz ( $\Delta T_m$ ) berechnet sich nach folgender Formel:

$$\Delta T_m = (\Delta T_{max} - \Delta T_{min}) / \ln \left( \frac{\Delta T_{max}}{\Delta T_{min}} \right)$$

$\Delta T_{max}$ : Eintrittstemperatur des abzukühlenden Stroms – Austrittstemperatur des zu erwärmenden Stroms

$\Delta T_{min}$ : Austrittstemperatur des abzukühlenden Stroms – Eintrittstemperatur des zu erwärmenden Stroms

### 1.6 Dämmung von Anlagen beziehungsweise Anlagenteilen

#### Gefördert werden:

- Dämmung bisher nicht gedämmter Anlagenteile (zum Beispiel Rohrleitungen, Behälter, Flansche, Ventile, Armaturen).
- Austausch und Ertüchtigung vorhandener Dämmsysteme.
- Dämmung beim Neubau von Anlagen.

#### Welche Voraussetzungen müssen erfüllt werden?

- Die Ausführung der Dämmung muss nach DIN 4140 erfolgen.

# Anlage zum Merkblatt

## Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft

- **Förderfähigkeit Variante A:** Dämmschichtdicke und Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes
  - Wenn die **Referenzdämmschichtdicke** berechnet nach **Tabelle 4** erreicht oder überschritten wird und gleichzeitig die **Wärmeleitfähigkeit** des verwendeten Dämmstoffes die in **Tabelle 6** beziehungsweise **Tabelle 7** aufgelisteten Werte (bei der vorliegenden Mitteltemperatur) erreicht oder unterschreitet.
- **Förderfähigkeit Variante B:** Wärmestromdichte (q)
  - Wenn die **Wärmestromdichte** den nach den Formeln in **Tabelle 4** berechneten Wert erreicht oder unterschreitet.

**Tabelle 4: Formeln für die Berechnung zur Förderfähigkeit der Dämmung**

Mitteltemperatur [°C]	$\vartheta_m = \frac{\vartheta_M + 15}{2}$	
Referenzwärmeleitfähigkeit ( $\lambda_R$ ) für Wärmedämmungen [W/(m·K)]	$\lambda_R = 0,0377 + 9,548 \cdot 10^{-5} \cdot \vartheta_m + 1,516 \cdot 10^{-7} \cdot \vartheta_m^2 + 3,723 \cdot 10^{-10} \cdot \vartheta_m^3 + 0,01$	
Referenzwärmeleitfähigkeit ( $\lambda_R$ ) für Kälteämmungen [W/(m·K)]	$\lambda_R = 0,0355 + 1,17 \cdot 10^{-4} \cdot \vartheta_m + 4,85 \cdot 10^{-8} \cdot \vartheta_m^2 + 5,58 \cdot 10^{-10} \cdot \vartheta_m^3$	
Referenzdämmschichtdicke ( $s_R$ ) [mm]	Wärmebereich größer 15 °C $K_1 = \frac{0,14 \cdot \lambda_R \cdot (\vartheta_M - 15)}{d_i^2}$ $K_2 = \frac{0,19}{d_i}$	Kältebereich von 15 bis -30 °C $K_1 = \frac{0,06 \cdot \lambda_R \cdot (15 - \vartheta_M)}{d_i^2}$ $K_2 = \frac{0,1}{d_i}$ $\omega = 0,96 + 0,6052 \cdot e^{-0,1362K_2} \cdot K_1^{0,3429 + 0,0102K_2}$ $\text{Referenzdämmschichtdicke: } s_R = \frac{d_i}{2} \cdot (\omega - 1)$
Zulässige Wärmestromdichte	Rohr: $q = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda_R \cdot (\vartheta_M - 15)}{\ln\left(1 + \frac{2s_R}{d}\right)}$ in [W/m]	
	Wand: $q = \frac{\lambda_R \cdot (\vartheta_M - 15)}{s_R}$ in [W/m²]	

**Tabelle 5: Formelzeichen**

Größe	Einheit	Beschreibung
$\vartheta_M$	°C	Mediumtemperatur
$\vartheta_m$	°C	Mitteltemperatur zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit
$d$	mm	Innerer Durchmesser der Dämmung / äußerer Durchmesser des gedämmten runden Anlagenteils



# Anlage zum Merkblatt

## Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft

$d_i$	m	$d_i = d$ für runde Bauteile mit einem Durchmesser $\leq 1.220$ mm $d_i = 1.220$ mm für runde Bauteile mit einem Durchmesser $> 1.220$ mm und für ebene Flächen
K1, K2	-	Dimensionslose Kennzahlen der ökologischen Dämmschichtdicke
$\lambda_R$	W/(m·K)	Referenzwärmeleitfähigkeit
$\omega$	-	Verhältnis von Außen- und Innendurchmesser einer Dämmung
$s_R$	mm	Referenzdämmschichtdicke
q	W/m	Längenbezogene Wärmestromdichte eines Rohres
q	W/m <sup>2</sup>	Wärmestromdichte einer Wand

**Tabelle 6: Wärmeleitfähigkeit für Wärmedämmungen**

Mitteltemperatur in °C	Wärmeleitfähigkeit in W/(m·K): $\lambda_{R-0,01}^{*2}$
50	0,043
100	0,049
150	0,057
200	0,066
250	0,077
300	0,090
350	0,106
400	0,124

**Tabelle 7: Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda_R$ ) für Kälte­dämmungen**

Mitteltemperatur in °C	Wärmeleitfähigkeit in W/(m·K): $\lambda_R$
-30	0,032
-20	0,033
-10	0,034
0	0,036
10	0,037

<sup>2</sup> Die Referenzwärmeleitfähigkeit ( $\lambda_R$ ) setzt sich zusammen aus der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs und einem Aufschlag von 0,01 W/(m·K) für die Trag- und Stützkonstruktion.

# Anlage zum Merkblatt

## Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft

### **Besonderheit hinsichtlich förderfähiger Kosten bei der Dämmung von Anlagen beziehungsweise Anlagenteilen**

- In Abgrenzung zu den anderen Fördertatbeständen werden bei der der Dämmung von Anlagen bzw. Anlagenteilen die Installations- und Montagekosten als Teil der Investitionskosten angesehen.

### **Technische Unterlagen zur Antragstellung**

Neben den grundsätzlich geforderten Unterlagen zur Antragstellung ist bei der Beantragung von Förderung in diesem Modul für jede beantragte Bauart einer Technologie beziehungsweise jede unterschiedliche Dämmung

- ein **Produktdatenblatt** beziehungsweise **Materialdatenblatt** (für Dämmung) oder eine **Herstellererklärung** zum Nachweis der Hocheffizienz einzureichen.

Ein Formular für den Herstellernachweis ist unter [www.kfw.de/295](http://www.kfw.de/295) verfügbar.