



| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | EINLEITUNG | 7 |
| 2 | DÄMMSTOFFARTEN | 9 |
| 2.1 | Physikalischer Hintergrund | 9 |
| 2.2 | Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen | 11 |
| 2.3 | Systematik der Dämmstoffe | 11 |
| 3 | BAUAUFSICHTLICHE ANFORDERUNGEN AN DÄMMSTOFFE - MASCHINENRICHTLINIE | 12 |
| 4 | LEISTUNGSPROFIL AUSGEWÄHLTER DÄMMSTOFFE IM TEMPERATURBEREICH VON -50 °C BIS +150 °C | 15 |
| 4.1 | Polyurethan-Hartschäume | 15 |
| 4.1.1 | Spezifikationen und gesundheitliche Aspekte | 16 |
| 4.1.2 | Dauerhaftigkeit und Einfluss der Alterung | 17 |
| 4.1.3 | Wärmetechnische Eigenschaften | 18 |
| 4.1.4 | Produkteigenschaften | 19 |
| 4.1.5 | Verfügbarkeit, Kosten und Verarbeitbarkeit | 20 |
| 4.1.6 | Entsorgung und Recyclingfähigkeit | 21 |
| 4.2 | Low-Lambda-Schaum (Weiterentwicklung der PU-Dämmstoffe): | 21 |
| 4.2.1 | Spezifikationen und gesundheitliche Aspekte | 22 |
| 4.2.2 | Dauerhaftigkeit und Einfluss der Alterung | 22 |
| 4.2.3 | Wärmetechnische Eigenschaften | 23 |
| 4.2.4 | Produkteigenschaften | 23 |
| 4.2.5 | Verfügbarkeit, Kosten und Verarbeitbarkeit | 24 |
| 4.2.6 | Entsorgung und Recyclingfähigkeit | 25 |
| 4.3 | Vakuumisolationspaneele (VIP) | 25 |
| 4.3.1 | Spezifikationen und gesundheitliche Aspekte | 27 |
| 4.3.2 | Dauerhaftigkeit und Einfluss der Alterung | 28 |
| 4.3.3 | Produkteigenschaften | 28 |
| 4.3.4 | Verfügbarkeit, Kosten und Verarbeitbarkeit | 29 |
| 4.3.5 | Entsorgung und Recyclingfähigkeit | 30 |
| 4.4 | Aerogele | 30 |
| 4.4.1 | Spezifikationen und gesundheitliche Aspekte | 31 |
| 4.4.2 | Dauerhaftigkeit und Einfluss der Alterung | 31 |
| 4.4.3 | Wärmetechnische Eigenschaften | 31 |
| 4.4.4 | Produkteigenschaften | 32 |
| 4.4.5 | Verfügbarkeit, Kosten und Verarbeitbarkeit | 33 |
| 4.4.6 | Entsorgung und Recyclingfähigkeit | 34 |



| | | |
|------------|--|-----------|
| 4.5 | Nanoschäume | 34 |
| 4.5.1 | Spezifikationen und gesundheitliche Aspekte | 36 |
| 4.5.2 | Dauerhaftigkeit und Einfluss der Alterung | 36 |
| 4.5.3 | Wärmetechnische Eigenschaften | 36 |
| 4.5.4 | Verfügbarkeit, Kosten und Verarbeitbarkeit | 37 |
| 4.5.5 | Produkteigenschaften | 37 |
| 4.5.6 | Entsorgung und Recyclingfähigkeit | 38 |
| 5 | BEWERTUNG DER EIGENSCHAFTEN | 39 |
| 5.1 | Verfügbarkeit | 39 |
| 5.2 | Verarbeitung | 39 |
| 5.3 | Wärmeleitfähigkeit und Eignung für die unterschiedlichen Temperaturbereiche | 39 |
| 5.4 | Brandverhalten | 40 |
| 5.5 | Mechanische Eigenschaften | 40 |
| 5.6 | Alterung und Dauerhaftigkeit | 40 |
| 5.7 | Preise | 40 |
| 5.8 | Entsorgung und Recycling | 41 |
| 5.9 | Übersicht | 42 |
| 6 | VOM LEISTUNGSPROFIL DES DÄMMSTOFFES ZUM WÄRMEVERLUST EINES OBJEKTES | 43 |
| 6.1 | Grundlagen der Berechnung | 43 |
| 6.1.1 | Laboratoriums-Wärmeleitfähigkeit | 44 |
| 6.1.2 | Nennwert der Wärmeleitfähigkeit | 44 |
| 6.1.3 | Betriebswärmeleitfähigkeit | 45 |
| 6.2 | Gesamtwärmeverlust | 47 |
| 6.2.1 | Wärmeverluste der Dämmung | 48 |
| 6.2.2 | Wärmeverluste an Wärmebrücken | 49 |
| 6.2.3 | Spezifischer Wärmeverlust | 49 |
| 6.2.4 | Minimierung des Gesamtwärmeverlustes | 49 |
| 6.3 | Wahl der Materialien | 50 |
| 6.3.1 | Auswahlkriterien für den Dämmstoff | 51 |
| 6.3.2 | Stützkonstruktion | 52 |
| 6.3.3 | Ummantelung | 52 |



| | | |
|------------|--|-----------|
| 6.4 | Ermittlung der Dämmschichtdicke | 52 |
| 6.4.1 | Allgemeines | 52 |
| 6.4.2 | Nach betriebstechnischen Gesichtspunkten | 53 |
| 6.4.3 | Nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten | 54 |
| 6.4.4 | Nach ökologischen Gesichtspunkten | 54 |
| 6.4.5 | Nach gesetzlichen Vorgaben (Deutschland) | 55 |
| 6.5 | Feuchtigkeit im Dämmstoff | 55 |
| 6.6 | Berechnungsbeispiele | 57 |
| 6.6.1 | Behälter | 57 |
| 6.6.2 | Rohrleitung | 58 |
| 7 | ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK | 60 |
| 8 | LITERATURVERZEICHNIS | 63 |