

MESSUNSICHERHEITSBETRACHTUNGEN FÜR EIN ISOTHERMES PRÄZISIONS-GASKALORIMETER

Gängige kommerzielle Geräte zur Bestimmung des Brennwertes von Gasen – z. B. REINEKE Kalorimeter, CUTLER/HAMMER-Kalorimeter – bedürfen grundsätzlich einer Kalibrierung mit Gasen bekannten Brennwertes. Diese Kalibriergase stellen eine Quelle für eine zusätzliche Messunsicherheit dar, die durch den Einsatz eines absolut messenden, d. h. direkt auf die Basiseinheiten des SI rückführbaren Messverfahrens, eliminiert werden kann. Im Mendelejev-Institut für Metrologie wurde nun ein Gaskalorimeter entwickelt und in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt aufgebaut, das diese und weitere Anforderungen erfüllt:

1. Die Verbrennung findet bei der thermodynamischen Bezugstemperatur (25 °C) statt.
2. Der Wasserdampfgehalt der in das System eintretenden Gase kann so eingestellt werden, dass das bei der Verbrennung gebildete Wasser entweder vollständig kondensiert - so dass der Brennwert gemessen wird – oder vollständig in der Dampfphase verbleibt – so dass der Heizwert gemessen wird.
3. Die bei der Verbrennung frei werdende Leistung wird direkt als elektrische Leistung gemessen.
4. Die Messunsicherheit ist kleiner als 0,1 %.

Diese Ziele werden durch eine neuartige Konstruktion erreicht, die im wesentlichen auf einem Wärmerohr aufbaut, das die bei der Verbrennung in einem Brenner frei werdende Leistung zu einem mit konstantem Strom betriebenen PELTIER-Element transportiert. Durch eine Kompensationsheizung wird das System im Gleichgewicht gehalten, indem auf konstante Siedetemperatur (25 °C) geregelt wird. Die Differenz der elektrischen Leistung der Kompensationsheizung mit Verbrennung und ohne Verbrennung ist damit gleich der Leistung des Brenners und damit ein Maß für den Brennwert (oder Heizwert) des Gases.

Messunsicherheitsbetrachtungen entsprechend dem „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ ergeben eine Standardmessunsicherheit, die dem angestrebten Wert entspricht. Dabei werden alle denkbaren Unsicherheitsbeiträge betrachtet:

- Massebestimmung des verbrannten Gases
- Wasserdampfsättigungsgrad der eintretenden Gase
- Regelabweichungen
- Schwankungen der Kühlleistung des PELTIER-Elements
- Leistungsbestimmung des Kompensationsheizers
- Wirkungsgrad des Wärmetauschers