

---

## 1 Einleitung

Die Bewertung von Energieversorgungssystemen im Gebäudebereich ist von entscheidender Bedeutung für einen objektiven energetischen, ökologischen und wirtschaftlichen Vergleich konkurrierender anlagentechnischer Systeme. Im Kontext der Energiewende und der sich hieraus ergebenden Transformation der Energieerzeugungsstrukturen wächst die Bedeutung von Wärmepumpen und dezentralen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, welche zum Beispiel durch Mikro-KWK-Geräte realisiert werden kann. Für Wärmepumpen und Mikro-KWK-Geräte basieren aktuelle Bewertungsverfahren auf statischen Berechnungen und vereinfachten dynamischen Messungen. Wie sich am Beispiel von Wärmepumpen und Gas-Brennwertgeräten zeigt ([22, 45]), weichen die in Feldmessungen nachgewiesenen Effizienzwerte teilweise deutlich von den berechneten Werten ab. Eine Ursache hierfür ist die unzureichende Abbildung realer Randbedingungen in den Bewertungs- und Berechnungsverfahren.

Um zu praxisgerechten Werten zu gelangen, wurde im gemeinsamen Forschungsvorhaben der TU Dresden, der RWTH Aachen und der Universität Stuttgart ein Bewertungsverfahren auf Basis der „Hardware-in-the-Loop“-Methodik (HiL) entwickelt. Ziel der Entwicklungsarbeiten war dabei ein dynamischer (instationärer), messwertbasierter Prüfablauf, der eine zuverlässige, neutrale und vergleichbare Bewertung von Erzeugungssystemen ermöglicht. Hierzu wurden zunächst Versuchsstände entwickelt, die den spezifischen Anforderungen hinsichtlich Datenübergabe, Dynamik und Flexibilität genügen. Bei allen Projektpartnern wurde ein gleicher konzeptioneller Aufbau verwendet, um einen Ringtausch zu ermöglichen. Das betrifft auch die in der Simulation umzusetzenden Gebäudemodelle, welche aus statistischen Analysen abgeleitet wurden. Zusätzlich erfolgten im Vorfeld der „Hardware-in-the-Loop“-Untersuchungen ausführliche Simulationsrechnungen zu einem Gesamtsystem aus Gebäude, Nutzer und technischer Anlage, in deren Ergebnis Verfahren zur Bestimmung repräsentativer Tage erstellt wurde. In einem weiteren Analyseschritt erfolgten umfangreiche messtechnische Analysen mittels des „Hardware-in-the-Loop“-Versuchsstandes, wobei auf eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sowie auf die Durchführung eines Ringtausches großer Wert gelegt wurde. Letztlich erfolgte eine Überführung der messtechnischen gewonnenen Ergebnisse in ein allgemeingültiges Bewertungsverfahren für die Effizienzbestimmung ausgewählter Wärmeerzeuger, welches insbesondere das Teillastverhalten von Wärmepumpen und Mikro-KWK Systemen besser als die bisherigen Verfahren Rechnung trägt.