



**Diplomand  
Dozent  
Projektpartner  
Experte  
Themengebiet**

**Simon In-Albon  
Prof. Dr. Beat Wellig  
Institut IME, CC TEVT  
Dipl. Ing. FH Lukas Gasser  
Energien, Fluide und Prozesse**

## Wärmepumpen im Feldbetrieb: Effizienz und Optimierungspotential

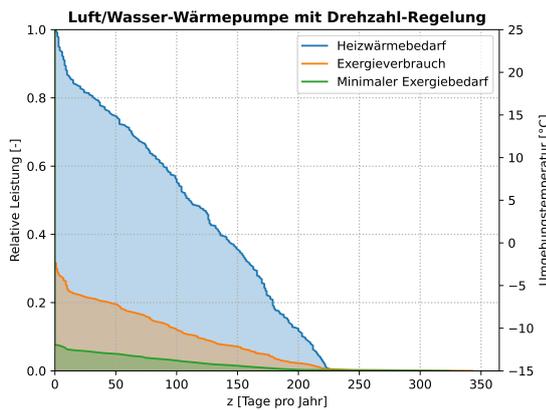
### Ausgangslage

Die Klimaerwärmung stellt die wohl grösste Herausforderung des 21. Jahrhunderts dar. Zur Bewältigung dieser Herausforderung werden hocheffiziente und emissionsfreie Technologien benötigt. Die Wärmepumpe stellt eine dieser wegweisenden Technologien dar. Die Hochschule Luzern forscht an der Effizienzsteigerung von Wärmepumpen mittels digitaler Betriebsanalyse. Diese Bachelorthesis gliedert sich in diese Forschungstätigkeit ein. Das Ziel der Arbeit ist, anhand von Messdaten einer Feldstudie verschiedene Analysemethoden für die Wärmepumpe zu entwickeln und auf ihre Umsetzbarkeit im Feldbetrieb zu bewerten.

Um die Analysemethoden auf ihre Effektivität zu überprüfen, wurde für sechs Wärmepumpen-Anlagen eine detaillierte Datenanalyse durchgeführt. Diese beinhalten u.a. die erzeugte und erforderliche Heizleistung, die Heizwassertemperaturen, die Betriebsdauer und verschiedene Kennzahlen zur Beurteilung der Energieeffizienz.

### Ergebnis

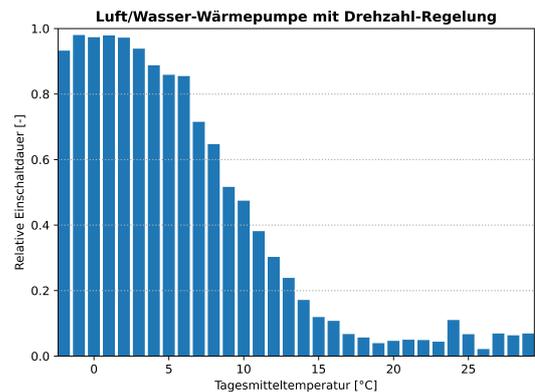
Die Jahresdauerlinien (Abb. 1) erweisen sich als eine gute Basis für die Effizienzanalyse. Als besonders aussagekräftige Effizienzanalyse stellte sich eine Kombination aus Betriebsdaueranalyse (Abb. 3) und Heizleistungsanalyse heraus. Die Analyse von stationären Betriebspunkten (Abb. 2) zeigt Potenzial als Analysemethode auf, ist jedoch an den Umständen gebunden, dass hierzu die Wärmepumpe genügend häufig in einem stationären Betrieb arbeiten muss. Mangelhaft eingestellte Wärmepumpen neigen aber zu häufigem Taktbetrieb, was in einer kurzen, stationären Betriebsdauer resultiert und somit ungenügend mit der stationären Betriebsanalyse untersucht werden kann. In einem nächsten Schritt wird empfohlen, das Taktverhalten der Wärmepumpen vertieft zu untersuchen.



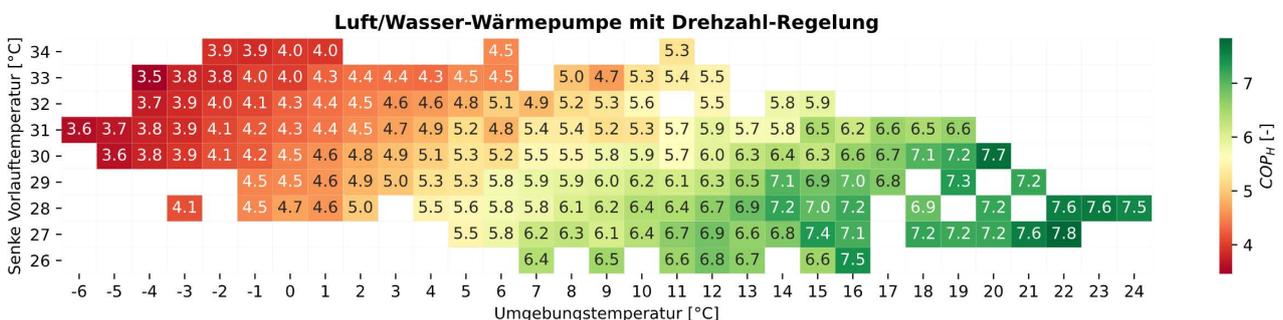
**Abb. 1:** Jahresdauerlinien von Heizleistungs- und Exergiebedarf relativ zur maximalen Heizleistung für ein Minergie-Gebäude aus der Feldmessung

### Vorgehen

In einem ersten Schritt wurde ein Programm entwickelt, welches die Messdaten aus der Feldstudie auf Messfehler kontrolliert, Betriebszyklen erkennt und verschiedene Kennzahlen der Wärmepumpe berechnet. Weiter wurde ein Programm erarbeitet, welches die bereinigten und berechneten Daten analysiert und die Ergebnisse grafisch darstellt.



**Abb. 3:** Relative Einschaltdauer der Wärmepumpe (Betriebsstunden des Kompressors pro 24h), ohne Einbezug des Kühlbetriebs



**Abb. 2:** Leistungszahl COP aus stationären Betriebspunkten, in Abhängigkeit der Heizwasser- und Umgebungstemperatur