



**Dipl. Ing. Lukas Gasser**  
Diplomand  
Dozent  
Projektpartner  
Experte  
Themengebiet

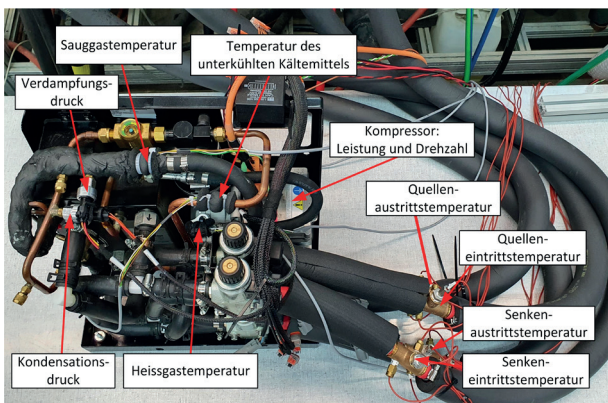
**Bischof Reto**  
Prof. Dr. Wellig Beat  
Rigitrac Traktorenbau AG  
Dipl. Ing. FH Gasser Lukas  
Energien, Fluide und Prozesse

## Untersuchung und Optimierung des Thermomanagement- und Wärmepumpen-/Kälteanlagen-Systems von Elektro-Traktoren

### Ausgangslage

Die Rigitrac Traktorenbau AG entwickelt und produziert Traktoren mittlerer Leistung. Im Rahmen der innovativen Unternehmenskultur entwickeln die Firma einen vollelektrisch betriebenen Traktor. Mit dem SKE 40 ELECTRIC wurde bereits ein solcher Traktor ins Produktportfolio aufgenommen und nun soll dieser weiterentwickelt werden. Insbesondere beim Thermomanagement sollen weitere Optimierungen vorgenommen werden.

Mit dem Thermomanagement wird die zur Heizung und Kühlung aufgewendete Batteriekapazität unter Nutzung von systeminternen Wärmequellen- und -senken minimiert. Im bestehenden System wird dazu ein kombiniertes Wärmepumpen-/Kälteanlagen-Modul (WP/KA-Modul) eingesetzt.



**Abb. 1:** Messaufbau zur Untersuchung des WP/KA-Moduls. Zur Generierung der Kühlmittelzustände der Quelle und der Senke wurde das Wärmemodul im Thermolabor der HSLU T&A verwendet

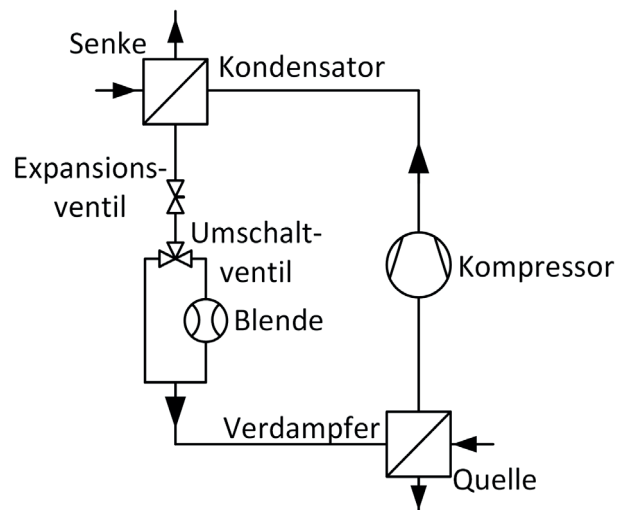
### Vorgehen

Nach einer System- und Auftragsanalyse wurden stationäre Berechnungen in den vorgesehenen Betriebspunkten durchgeführt. Mit den Resultaten konnte das Betriebsfeld des Traktors und insbesondere des WP/KA-Moduls eingegrenzt werden. Darauf aufbauend wurde ein Messkonzept erstellt, welches ermöglichte, die Betriebspunkte auf einem Prüfstand nachzustellen und so die Betriebscharakteristik des Moduls zu messen (Abb. 1).

Parallel dazu wurde ein Konzeptreview durchgeführt, wobei mögliche Problemstellen ermittelt und dazu passende Lösungsvarianten erarbeitet wurden. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wurde ein Regelkonzept sowie eine Handlungsempfehlung zugunsten des Industriepartners erstellt.

### Ergebnis

Aus den Messresultaten wurde ersichtlich, dass das Expansionsventil des WP/KA-Moduls in tiefen Leistungsbereichen an den Rand des Regelbereichs gerät und die nötige Sauggasüberhitzung nicht sicherstellen kann. Es wurde darauf ein Konzept erarbeitet, wie durch den Einsatz einer Blende der regelbare Bereich erweitert werden kann (Abb. 2). Das Regelkonzept schlägt ein optimiertes System vor und ermöglicht die Handhabung der Standardbetriebsfälle sowie der relevantesten Sonderfälle.



**Abb. 2:** Darstellung der Anpassung des Standard-Wärmepumpenkreislaufs mit einer Blende zur Erweiterung des Regelbereichs des Expansionsventils. Die Blende kann bei Bedarf einen zusätzlichen Druckabfall erzeugen