

ImpactGas: Wirkungen von Atmosphärgasen auf die Effizienz von Komponenten der Wärme- und Kälteversorgung

Martin Heymann, Franziska Koch, Karin Rühling, Kontakt: Tel.: +49-351 / 463-34440; martin.heyman@tu-dresden.de

Sind Gase ein Problem?

Es ist weithin bekannt, dass die Atmosphärgase N_2 und O_2 die Betriebssicherheit und Lebensdauer von wärmetechnischen Systemen beeinträchtigen. Diese Gase gelangen z.B. aufgrund mangelnder Sorgfalt bei der Inbetriebnahme oder Wartung in die Systeme, zirkulieren dort und beeinträchtigen die Funktion der Hauptkomponenten.

Wie groß jedoch ist die Wirkung auf die Effizienz?

- Druckverluste (Hilfsenergiebedarf)
- Wärmeleistung (thermischer Wirkungsgrad)

Methodik

Die Versuche fanden am Komponententeststand ImpactGas statt (vgl. Abb. 2). Der Solarthermie-Teststand wird mit Wasser-Propylenglykol-Gemisch betrieben. Als Strahlungsquelle dient ein Halogenlampenfeld. Es werden Betriebszustände mit einer Kollektor-Mitteltemperatur und einem Volumenstrom entsprechend der Versuchsmatrix eingestellt. Über die Begasung kann eine Blasenströmung mit definiertem Gasvolumenanteil ε erzeugt werden (vgl. Abb. 3).

Die Auswertung eines **Prüffalls** (PF) erfolgt immer im Vergleich zum zugehörigen gasfreien **Referenzfall** (RF). Da Versuchsrandbedingungen nicht exakt im Hinblick auf Volumenstrom und Temperatur übereinstimmen, wird auf Basis der Messdaten der gasfreien Referenzfälle ein empirisches Modell erstellt, mit welchem zu jedem Prüffall der entsprechende Referenzfall modelliert werden kann.

Gasanlagerung

Für ausgewählte Versuche im kalten Zustand wurde das angelagerte Volumen freier Gase mittels der Gasblasenkontrolle bestimmt und die Größe Gasvolumenanteil im Kollektorfeld ε_{GBK} berechnet (s. Abb. 1). Die Gasansammlung im Kollektorfeld ist gut reproduzierbar und nimmt mit steigendem Wärmeträgervolumenstrom ab. Sie scheint unabhängig vom Begasungsvolumenstrom zu sein. Im entgasten Referenzfall werden mit der Gasblasenkontrolle nur Gasvolumen im Milliliter-Bereich bestimmt.

Bei geringen Volumenströmen < 3 l/min lagern sich Gaspolster mit bis zu 10 % des Kollektorinhaltes an.

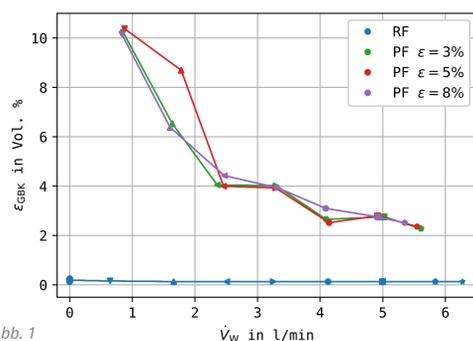


Abb. 1

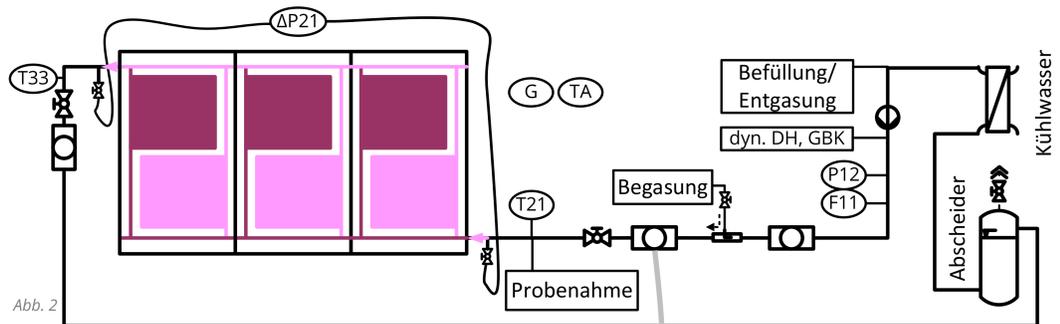


Abb. 2

Druckverluste

Für den gasfreien Referenzfall wurden die Druckverluste für sechs Mitteltemperaturen und jeweils neun Volumenströme gemessen. Aus den Messpunkten wurde eine Regression für den Druckverlust über dem Wärmeträgervolumenstrom und der Mitteltemperatur gebildet. Die Druckverluste sind stark von der Medientemperatur abhängig, was aus der stark temperaturabhängigen Viskosität des Wasser-Propylenglykol-Gemischs resultiert.

Für ein Mitteltemperaturniveau von 25 °C wurden für sieben Volumenströme Prüffälle mit einem Gasvolumenanteil von 3, 5 und 8 Vol. % vermessen. Die Prüffälle wurden auf den zum Betriebspunkt gehörenden Differenzdruck bezogen, welcher aus der Regression gebildet wurde (vgl. Abb. 4).

Es treten für die meisten Betriebspunkte erhöhte Druckverluste im Kollektorfeld auf. Es ist mit einem **erhöhten Hilfsenergiebedarf** zu rechnen.

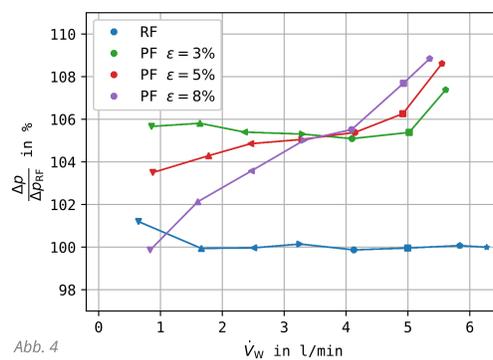


Abb. 4

Therm. Wirkungsgrad

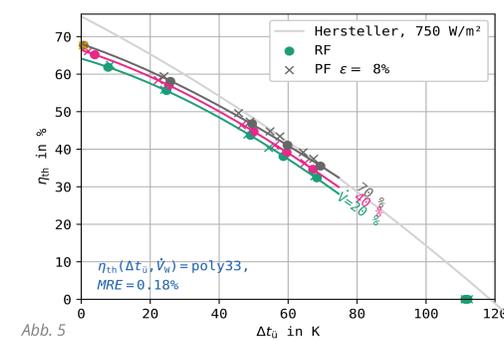


Abb. 5



Abb. 3

Bez.	Typ	Auslegungsleistung	Auslegungs-Volumenstrom
ST1	Bosch Logasol SKS4.0-s	5,3 kW	0,5 m³/h

Die Messergeb. für den thermischen Wirkungsgrad η_{th} sind in Abb. 5 zu sehen. Es wurden Betriebspunkte bei fünf Temperaturniveaus für drei Volumenströme sowie den Stagnationsfall angefahren. Die gasfreien Referenzfälle sind als Punkte dargestellt. Es ergibt sich eine Volumenstromabhängigkeit. Prüffälle sind mit dem Symbol x eingetragen.

Die Wirkungen auf den thermischen Wirkungsgrad sind im Untersuchungsgebiet geringfügig.

Wirkungen auf Gesamtsystem

Die Auswirkungen der freien Gase auf wärmetechnische Systeme sind vielfältig und hängen vom verwendeten Regelungskonzept ab.

In **Szenario 1** wird die Regelung versuchen, trotz einer Störung durch freie Gase die Zielgröße weiterhin zu erreichen. Sie wird z. B. über die Pumpendrehzahl den Volumenstrom so weit erhöhen, dass die Zieltemperatur erreicht bzw. ein optimaler Betrieb des Kollektorfeldes sichergestellt wird. Es gelten die oben dargestellten Ergebnisse.

In **Szenario 2** kann die Regelung die durch die freien Gase verursachten Störungen nicht kompensieren. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn die Anlage bereits nahe am Maximalpunkt arbeitet oder die Regelung nur Umwelteinflüsse, nicht aber Prozessgrößen berücksichtigt. In diesem Fall bleibt der Gesamtvolumenstrom ungefähr gleich, aber der Kapazitätsstrom sinkt. Bei diesem Szenario sinken die Strömungsdruckverluste, allerdings arbeitet die Anlage nicht am optimalen Betriebspunkt.

- Abb. 1: Luftanlagerung im Kollektor, Gasvolumenanteil ε_{GBK}
- Abb. 2: Schaltbild Komponententeststand für solarthermische Kollektoren
- Abb. 3: Blasenströmung im Schauglas, 8 Vol. %, ©GEWW
- Abb. 4: bezogene Druckverluste im Prüfling bei 25°C
- Abb. 5: therm. Wirkungsgrad, RF, Regression RF als Isolinie, PF mit $\varepsilon = 8\%$

