

Innovative Konzepte für die Dekarbonisierung der Gasvorwärmung in Gas-Druckregel- und -Messanlagen



Bild 1: Luftbildaufnahme der GDRMA Ostheim, mit den solaren Kollektoren auf dem Feld und auf dem Dach sowie die drei gasbetriebenen Absorptionswärmepumpen (mittig-links)

Das große Potenzial der Erdgasvorwärmung für erneuerbare Technologien

In Deutschland verursacht die Erdgasvorwärmung, die in Gas-Druckregel- und -Messanlagen (GDRMA) vor der Druckreduzierung erfolgt, einen geschätzten jährlichen Primärenergiebedarf von rund 2 TWh/a bzw. einen Treibhausgas-Ausstoß von mehr als 440 ktCO₂eq/a¹. Dies entspricht den jährlichen Emissionen, die durch 3,4 Mrd. mit dem Auto gefahrenen Kilometern verursacht werden! Stand der Technik ist der Einsatz von Gaskesseln zur Vorwärmung des Erdgases. Dabei werden in der Regel 0,1 bis 0,4 % des gedrosselten Gases zur Vorwärmung eingesetzt. Die erforderliche Gastemperatur am Austritt des Gasvorwärmers ist niedrig, meist im Bereich von 25 bis 50 °C. Wasserseitig wird am Gasvorwärmer in den meisten Fällen eine Vorlauftemperatur zwischen 50 und 80 °C benötigt, mit Rücklauftemperaturen zwischen 30 und 60 °C. Das niedrige Temperaturniveau des Prozesses

eignet sich sehr gut für die Einbindung von regenerativen Wärmeerzeugern, wie Solarthermie und Wärmepumpen.

Realisierte Anlagen im Netzbereich der EAM Netz

Der Netzbetreiber EAM Netz hat seit 2012 fünf seiner GDRMA auf innovative Wärmeerzeugungstechnologien umgerüstet:

- 2012: GDRMA Großseelheim (Nenn-Gasnormvolumenstrom: 40.000 m³/h, Eingangsnenndruck: 100 bar, Ausgangsnenndruck: 16 bar). Regenerative Energieerzeugung: Solarthermische Anlage mit einer Leistung von 248 kW und Anschluss einer Biogasanlage (Abwärme) mit einer Leistung von 250 kW;
- 2015: GDRMA Neu Eichenberg (Nenn-Gasnormvolumenstrom: 60.000 m³/h, Eingangsnenndruck: 70 bar, Ausgangsnenndruck: 16 bar). Regenerative bzw. innovative Energieerzeugung: Solarthermische Anlage mit einer Leistung von 95 kW und drei gasbetriebenen Absorptionswärmepumpen mit einer thermischen Gesamtleistung von 123 kW;

- 2016: GDRMA Ostheim (Nenn-Gasnormvolumenstrom: 75.000 m³/h, Eingangsnenndruck: 100 bar, Ausgangsnenndruck: 16 bar). Regenerative bzw. innovative Energieerzeugung: Solarthermische Anlage mit einer Leistung von 295 kW und drei gasbetriebenen Absorptionswärmepumpen mit einer thermischen Gesamtleistung von 123 kW;
- 2019: GDRMA Dillenburg (Nenn-Gasnormvolumenstrom: 10.000 m³/h, Eingangsnenndruck: 70 bar, Ausgangsnenndruck: 16 bar). Regenerative bzw. innovative Energieerzeugung: Solarthermische Anlage mit einer Leistung von 40 kW, einem BHKW mit einer thermischen Leistung von 30 kW und einer Power-to-Heat (PtH) Anlage mit 30 kW thermisch.
- Voraussichtlich Herbst 2021: GDRMA Braunshausen (Nenn-Gasnormvolumenstrom: 15.000 m³/h, Eingangsnenndruck: 70 bar, Ausgangsnenndruck: 16 bar). Regenerative Energieerzeugung: Solarthermische Anlage mit einer Leistung von 48 kW.

Im Weiteren sind beispielhaft die Besonderheiten der innovativen Anlagen bei der GDRMA Ostheim und der GDRMA Dillenburg im Detail erläutert.

GDRMA Ostheim: Solarthermie und gasbetriebene Wärmepumpen

Die GDRMA bei Ostheim (Hessen) wurde 2016 neu errichtet und von Anfang an mit Solarthermie und Wärmepumpen gebaut, um den Gasverbrauch der Kessel zu reduzieren (**Bild 1**). Die Absorptionswärmepumpen sind mit Erdgas getrieben und können je nach Betriebsbedingungen Jahresnutzungsgrade zwischen ca. 1,2 und 1,5 erreichen. Zum Vergleich liegen je nach Technologie und Betriebsbedingungen die Jahresnutzungsgrade

¹ Mischner J., Köstner R., Krause K.: Schaltungen zur Energierückgewinnung für die Gasvorwärmung in Gasdruckminderungsanlagen. gwf Gas + Energie (2019) Nr. 6, S. 66-75.

von Gaskesseln zwischen 0,8 und 0,9 (alle Werte beziehen sich auf den Heizwert des Erdgases). Technisch sind gasbetriebene Wärmepumpen im Vergleich zu strombetriebenen Wärmepumpen besser für GDRMA geeignet, da die elektrische Anschlussleistung der Stationen oft ein begrenzender Faktor ist.

Eine schematische Darstellung der Hydraulik der Heizungsanlage ist in **Bild 2** dargestellt. Bis auf den vorgeschalteten Gasvorwärmer befindet sich die gesamte Anlagentechnik der innovativen Erzeuger außerhalb der gasexplosionsgefährdeten Bereiche, so dass konventionelle Komponenten eingesetzt werden können. Erzeugungsseitig ist das Kollektorfeld über einen Wärmeübertrager an einem 21 m³ großen drucklosen Polymer-Pufferspeicher angeschlossen. Der Speicher kann bis zu 90 °C geladen werden. Ebenfalls an die obere Hälfte des Speichers angeschlossen sind die Gasabsorptionswärmepumpen, die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzen und Wärme bis zu 60 °C mit einer Temperaturspreizung von ca. 10 K zwischen Vor- und Rücklauf liefern. Auf der Entladeseite ist der Pufferspeicher über einen weiteren externen Wärmeübertrager an einen vorgeschalteten Gasvorwärmer angeschlossen. Mit dem vorgeschalteten Gasvorwärmer ist man in der Lage, auch ein geringes Temperaturniveau aus den regenerativen Energieerzeugern zu nutzen. Ermöglicht wird dies durch die hydraulische Trennung der Systeme. Damit steigen die Effizienz und die Erträge der innovativen Erzeuger. Der Bau eines vorgeschalteten Gasvorwärmers wurde ermöglicht, weil die Integration der innovativen Technologien in die Konzipierung der GDRMA einbezogen wurde. Bei bestehenden GDRMA ist der Einbau eines zusätzlichen Gasvorwärmers selten eine Option und erfolgt dort über die Rücklaufanhebung im technologischen Heizkreis.

Parallel zu dem innovativen Erzeuger wurden Effizienzmaßnahmen umgesetzt. In den meisten GDRMA ist es Stand der Technik, eine über das Jahr konstante Gasaustrittstemperatur einzustellen. Dies führt im Winter zu unnötig hohen Gasaustrittstemperaturen und im Som-

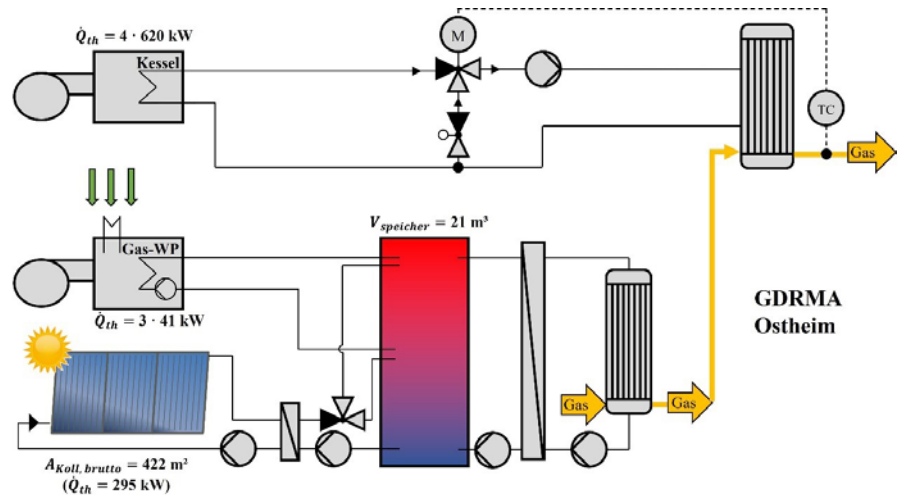


Bild 2: Hydraulikschema der Heizungsanlage der GDRMA Ostheim

mer zur Bildung von Kondenswasser an den Anlagenteilen hinter dem Gasdruckregler. Die neu implementierte Taupunktregelung reduziert durch die Absenkung der Gasaustrittstemperatur den physikalischen Wärmebedarf im Winter erheblich, während der physikalische Wärmebedarf im Sommer zunimmt, um ganzjährig die Bildung von Kondenswasser zu verhindern. Dennoch können über das Jahr hinweg ca. 15 % des benötigten physikalischen Wärmebedarfs eingespart werden, während der solarthermische Anteil und damit der CO₂-freie Anteil an der gelieferten Wärme aufgrund des höheren physikalischen Wärmebedarfs im Sommer steigt.

In den Jahren 2019 und 2020 wurden im Durchschnitt 14 % des gesamten Nutzwärmebedarfs zur Gasvorwärmung von 1.450 MWh/a durch Solarthermie und 29 % durch die Gasabsorptionswärmepumpen bereitgestellt. Der restliche Bedarf, etwa 57 %, wurde von den Gaskesseln geliefert. Im Vergleich zu einer theoretischen Referenzanlage ohne Taupunktregelung (konstante Gasaustrittstemperatur von 10 °C), die ausschließlich durch Gaskessel versorgt wird, konnte durch die Kombination der Maßnahmen eine Primärenergieeinsparung von 36 % erreicht werden.

Eine weitere Besonderheit der Anlage ist, dass die innovativen Technologien über ein Contracting-Modell umgesetzt wurden. Der Contractor ist für die Planung, Finanzierung, Errichtung, Betriebs-

führung und Wartung der Anlage über die Vertragslaufzeit zuständig. Die aktuellen Förderbedingungen in Deutschland für Prozesswärme aus erneuerbaren Energien sowie die optimalen Betriebsbedingungen, die GDRMA bieten, ermöglichen es, wettbewerbsfähige Preise zu erzielen.

GDRMA Dillenburg: Solarthermie, BHKW und PtH

Mit einem ähnlichen Betreibermodell wird die innovative Erzeugungsanlage bei der GDRMA Dillenburg seit Ende 2019 im Contracting betrieben. Seit der Modernisierung erfolgt die Vorwärmung hauptsächlich durch die Kombination aus BHKW und solarer Prozesswärmeanlage. Die Größe des Kollektorfeldes wurde durch die vorhandenen Flächen begrenzt. Zusätzlich wurde ein Heizstab als PtH-Anlage installiert. Der Heizstab wird im Rahmen eines Forschungsprojektes (C/sells) betrieben und soll netzdienlich zur Erhöhung der Flexibilität des lokalen Stromnetzes eingesetzt werden. Die drei innovativen Erzeuger speisen in einen 6 m³ großen Pufferspeicher ein. Die Wärme wird vor dem Mischer in die Kesselrücklaufleitung eingespeist. Als weitere Energieeffizienzmaßnahme wurde die Gasaustrittstemperatur ebenfalls mit einer Taupunktregelung optimiert. Ein Hydraulikschema der Heizungsanlage der GDRMA Dillenburg ist in **Bild 3** dargestellt.

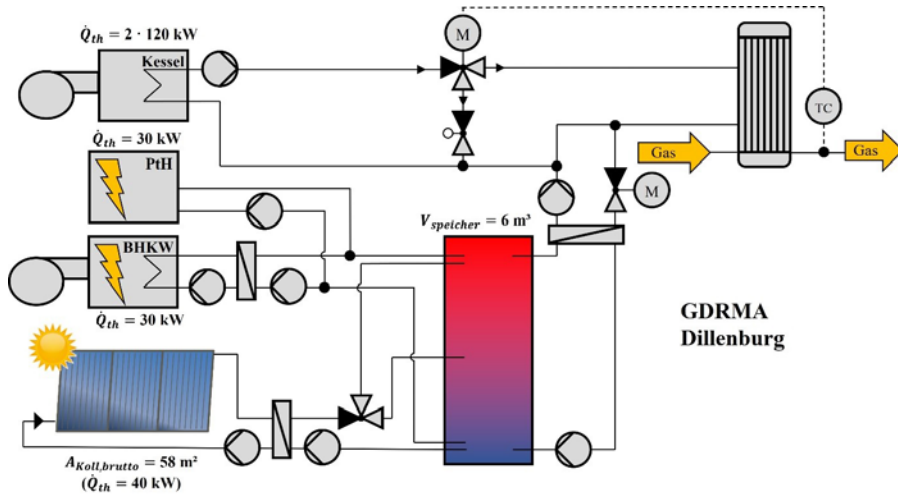


Bild 3: Hydraulikschema der Heizungsanlage der GDRMA Dillenburg

Die ersten Messdaten zeigen, dass 7 % des gesamten Nutzwärmebedarfs von 240 MWh/a durch Solarthermie, 60 % durch das BHKW und die restlichen 33 % durch den Gaskessel gedeckt wurden. In der Regelung der Anlage wurden Optimierungsmaßnahmen implementiert, so dass der Anteil der Wärme aus den innovativen Technologien in Zukunft steigen sollte. Im Vergleich mit einer Referenzanlage mit ausschließlich Gaskessel und ohne Taupunktregelung (konstante Gasaustrittstemperatur von 10 °C) wurde durch die verschiedenen Maßnahmen eine Primärenergieeinsparung von 48 % erreicht².

Fazit und Ausblick

GDRMA haben einen hohen Bedarf an Prozesswärme für die Gasvorwärmung auf niedrigem Temperaturniveau und

bieten somit günstige Voraussetzungen für den Einsatz erneuerbarer und innovativer Wärmeerzeugungstechnologien. Im aktuellen Kontext der starken Fokussierung auf den Klimaschutz sollten diese Technologien von Netzbetreibern ernsthaft in Betracht gezogen werden, da erhebliche Primärenergieeinsparungen sowie CO₂-Ausstoßvermeidungen erreicht werden können. Durch die erzielten Betriebskosteneinsparungen entstehen auch wirtschaftliche Vorteile. Die langjährige Erfahrung der EAM Netz hat gezeigt, dass diese Technologien zuverlässig und ohne negative Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit funktionieren. Dabei spielt es keine Rolle, ob diese Anlagen in bestehende GDRMA integriert werden oder in Neubauvorhaben realisiert werden. Die innovativen Technologien verbreiten sich in der Gaswirtschaft: Der Netzbetreiber Ontras Gastransport

GmbH baut derzeit an einer seiner GDRMA die größte solare Prozesswärme Anlage Deutschlands³. Um diesen Wandel zu unterstützen, hat die Universität Kassel ein online-Tool entwickelt, mit dem sich das Potenzial dieser Technologien für eine gegebene GDRMA schnell abschätzen lässt⁴. Dies soll weitere Netzbetreiber dazu anregen, sich mit dem Thema Dekarbonisierung der Gasvorwärmung zu beschäftigen. Im November 2021 wird zudem ein Workshop zu der Thematik in Kassel veranstaltet⁵.

Dank

Die Autoren bedanken sich für die Unterstützung des Forschungsvorhabens „Eff-Gas - Primärenergetische Optimierung bestehender Gas-Druckregelanlagen und Maßnahmenentwicklung für den deutschen Anlagenbestand“ durch das BMWi und das PtJ (FKZ 03ET1522A).

Autoren

Yoann Louvet
 Universität Kassel
 Tel.: +49 561 804-2634
 prozesswaerme@uni-kassel.de

Detlef Grebe
 EAM Netz GmbH
 Tel.: +49 561 933-2194
 detlef.grebe@eam-netz.de

Roland Heinzen
 Enersolve GmbH
 Tel.: +49 561 7662-5250
 heinzen@enersolve.de

² Bei dem BHKW wurden 23 % des gesamten Primärenergieverbrauchs nach der Carnot-Methode der Wärme zugewiesen. Der restliche Primärenergieverbrauch wird dem Strom zugewiesen und wird hier nicht berücksichtigt.

³ https://www.ontras.com/fileadmin/Dokumente_Newsroom/Presseinformationen/2019_11_19-Kienbaum-Pressenote.pdf

⁴ <https://www.uni-kassel.de/go/gdrma-vorplanung/>

⁵ <http://www.uni-kassel.de/go/effgas-workshop/>

gwf Gas + Energie **BESUCHEN SIE UNS ONLINE:**
www.gwf-gas.de | www.gas-for-energy.de