

# SIEMENS

*Ingenuity for life*



## Set GGA

Generator Gas Analysator zur  
Überwachung von wasserstoff-  
gekühlten Turbo-Generatoren

[www.siemens.de/prozessanalytik](http://www.siemens.de/prozessanalytik)

### Case Study · Juli 2016

Bei wasserstoffgekühlten Turbo-Generatoren sind Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die das Entstehen eines zündfähigen Gasgemisches im Normalbetrieb oder bei Wartungsarbeiten sicher verhindern. Hierfür werden Gasanalysatoren nach dem Verfahren

der Wärmeleitfähigkeit eingesetzt. Für diese Aufgabenstellung wurde ein standardisiertes Analysensystem mit zwei CALOMAT 6-Analysatoren entwickelt – das Set GGA. Es entspricht bezüglich Redundanz und Ex-Schutz den einschlägigen Vorschriften.



## Aufgabenstellung

Turbogeneratoren in Kraftwerken werden zur Steigerung ihres Wirkungsgrades (gas)gekühlt. Als Kühlgas wird, trotz der damit verbundenen strengen Sicherheitsanforderungen, Wasserstoff eingesetzt. Dieses bietet gegenüber Luft folgende Vorteile:

- Erheblich bessere Kühleigenschaften aufgrund von Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit
- Geringere Reibungsverluste an drehenden Teilen, aufgrund der Gasdichte
- Eine höhere elektrische Durchschlagsfestigkeit

Mit diesen Eigenschaften schafft Wasserstoff die Voraussetzungen für einen optimalen Wirkungsgrad des Turbogenerators. Wasserstoff bildet jedoch bei Vermischung mit Luft über einen weiten Mischungsbereich (4 bis 77 %) zündfähige Gemische, was sowohl im Betrieb als auch bei der Wartung (Füllen und Entleeren) der Turbogeneratoren aus Sicherheitsgründen unbedingt verhindert werden muss.

Internationale Normen (EN und IEC) schreiben hierzu eine redundante Sicherheitsüberwachung vor. Gasanalytoren werden eingesetzt, um die Bildung zündfähiger Gemische rechtzeitig zu erkennen und zu melden.

Verunreinigungen des Wasserstoff-Kühlgases verändern die o.g. Eigenschaften negativ. Sie erhöhen die Explosionsgefahr und verringern zusätzlich den Wirkungsgrad. Eine Erhöhung der Wasserstoff-Reinheit von 95 % auf 99 % bedeutet (bei einem 970 MW Generator) eine Einsparung an Reibungsverlusten von ca. 0,8 MW. Es gibt also auch gute Gründe der Wirtschaftlichkeit für eine kontinuierliche Überwachung des Kühlgases auf Verunreinigungen.

## Messaufgaben und Messtechnik

Die Messaufgaben der Gasanalyse unterscheiden sich je nach Betriebszustand wie Füllen, Normalbetrieb oder Entleeren (siehe Tabelle). Grundsätzlich muss in jedem Zustand ein mögliches Zusammentreffen von Wasserstoff und Luft über entsprechende Konzentrationsmessungen rechtzeitig erkannt und entsprechend verhindert werden.

- Im Normalbetrieb wird das Generator Kühlgas im Messbereich 80 bis 100 % H<sub>2</sub> in Luft auf seine Reinheit überwacht. Bei Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes (z. B. < 95 % H<sub>2</sub>) erfolgt eine Meldung.
- Beim Füllen des Generators wird in einem zweistufigen Verfahren zuerst die Luft im Generator durch Inertgas (Argon oder CO<sub>2</sub>) und danach dieses durch Wasserstoff verdrängt. Dabei werden die Konzentrationsverläufe der Gase gemessen und die Verdrängungsvorgänge überwacht. Die Messbereiche betragen hierbei 0 bis 100 % für die Messung Inertgas in Luft und H<sub>2</sub> in Inertgas.

### CALOMAT 6 - Analysator

Der CALOMAT 6 ist ein kontinuierlich messender Gasanalysator, vorzugsweise zur Bestimmung von H<sub>2</sub> und He in binären oder quasi-binären Gasgemischen. Das Messprinzip basiert auf der unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeit von Gasen. Als Sensor dient ein mikro-mechanisch hergestellter Si-Chip, der wegen seiner geringen Abmessungen eine sehr niedrige T90-Zeit ermöglicht.

Betriebsweise	Vorgang	Applikation	Messbereich
Füllen	1. Spülen mit Inertgas	Inertgas in Luft	0 ... 100 % Argon/CO <sub>2</sub>
	2. Füllen mit H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> in Inertgas	0 ... 100 % H <sub>2</sub>
Entleeren	1. Spülen mit Inertgas	H <sub>2</sub> in Inertgas	0 ... 100 % H <sub>2</sub>
	2. Spülen mit Luft	Inertgas in Luft	0 ... 100 % Argon/CO <sub>2</sub>
Betrieb	Überwachung Gasreinheit im Generator	H <sub>2</sub> in Luft	80 ... 100 % H <sub>2</sub>

- Beim Entleeren des Generators erfolgt umgekehrt zuerst die Verdrängung des Wasserstoffes durch Inertgas und danach das Füllen mit Luft, die jeweiligen Messaufgaben bleiben unverändert.

Es müssen also 2, bei Wechsel des Inertgases 3 Komponenten (H<sub>2</sub>, Ar bzw. CO<sub>2</sub>) in jeweils zugeordneten Messbereichen bestimmt werden.

Messaufgaben bei der Überwachung von Generator-Kühlgas

## Set GGA - System zur Generatorgasüberwachung

Siemens bietet für die Überwachung von wasserstoffgekühlten Turbogeneratoren ein speziell entwickeltes und fertig appliziertes Gerätesystem an. Das System hat eine Zulassung für den Einsatz in EEx Zone 2, 3G; dabei dürfen auch Gasgemische entsprechend der Definition von Zone 1 eingeleitet werden. Die Schutzklasse beträgt IP54. Eine zusätzliche Sicherheit bietet eine Flammensperre am Messgaseingang.

Gemäß DIN EN 60034-3 bzw. IEC 842 sind für die Generatorüberwachung zwei voneinander unabhängige Messsysteme vorgeschrieben. Dieser Forderung wurde durch Einsatz von zwei, von Gasentnahme bis Gasausgang getrennten, CALOMAT 6-Geräteserien entsprochen, die zusammen in einem Schrankgehäuse (siehe Bild) montiert sind. Eine Zwangsbelüftung bzw. Spülung des Gehäuses ist nicht erforderlich. Die durch Konvektion entstehende Luftaustauschrate im Schrank verhindert die Bildung zündfähiger Gemische.

Das Set GGA liefert analoge oder digitale Messsignale, die in einer Schutzschaltung verarbeitet werden können. Der CALOMAT 6 könnte jedoch auch zur Ausgabe digitaler Grenzwertsignale parametrierbar werden. Das Analysensystem ist bei Lieferung bereits fest für die Messung mit Argon und CO<sub>2</sub> als Inertgas eingerichtet.

Die benötigte Betriebsweise wird per Programmierung (Software) ausgewählt; eine Verwechslung der Gase bzw. Messbereiche wird durch eine interne Plausibilitätsprüfung ausgeschlossen. Das System wurde im rauen Feldeinsatz intensiv und erfolgreich getestet. Das innovative System überzeugt durch robustes Design und hohe Messgenauigkeit:

- Reproduzierbarkeit 0,1 %
- Drift über 3 Wochen < 0,1 %
- T90-Zeit < 5 s.

Zusätzliche Optionen im Set GGA sind das Prüfgas-Skid und das Montagegestell. Das Prüfgas-Skid besteht aus verschiedenen Systemkomponenten auf einer Montageplatte, um die Mess- und Prüfgase für die Analyse vorzubereiten. Über die Gaseingänge für Mess-, Prüf- und Inertgas sowie Kugelhähne, die eine saubere Umschaltung sicherstellen, gelangt das zu messende Gas zu Druckminderern und schließlich über Strömungsmesser mit Grenzwert-Signalgeber zu den Analysatoren. Sicherheitskomponenten des Prüfgas-Skids sind Flammensperre und Niederdruck-Überströmventil. Zusammen mit dem Montagegestell entsteht ein freistehendes Gesamtpaket.

## Anwendernutzen

### Sichere Handhabung

- Abgestufte Zugangscodes, die Fehlbedienung und Missbrauch verhindern
- Einfache, am Display menügeführte Kalibrierung mit Absicherung über eine Plausibilitätsprüfung
- Wahl der drei Messbereiche direkt am Gerät und Einstellung des Inertgases am Display
- Redundante Messung
- Integrierte Grenzwertüberwachung innerhalb der Messbereiche

### Günstige Total Cost of Ownership

- Wegfall kostspieliger Prüfgase (benötigt werden nur Wasserstoff und das jeweilige Inertgas)
- Verzicht auf Schwadensicherheit, zusätzliche Belüftung, Spülung
- Einfache Installation des kompakten Systems in EEx-Zone 2, inklusive Elektronik und Analytik
- Hochgenaue Messung für optimierte Wirkungsgrade am Turbo-Generator



Herausgeber  
Siemens AG 2016

Process Automation  
Process Industries and Drives  
76187 KARLSRUHE  
GERMANY

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.