



Entwicklung einer schnellen Lastreduktion in der Erdgasaufbereitungsanlage Großenkneten der BEB Erdgas- und Erdöl GmbH

Die **BEB Erdgas -und Erdöl GmbH** gehört zu den größten Erdöl- und Erdgasproduzenten in Deutschland. Zur Aufbereitung des sogenannten "Sauergases", einem Erdgas mit hohem Schwefelwasserstoffanteil, betreibt die **BEB in Großenkneten eine der modernsten und größten Erdgasaufbereitungsanlagen der Welt** (siehe Abb. 1).

Die Aufbereitung ist erforderlich, um aus dem sauren Erdgas den Schwefelwasserstoff zu entfernen und damit ein für den Verbraucher nutzbares Erdgas zu erhalten. Für die Reinigung von saurem Erdgas benutzt man Gaswäschen. Für das starksaure Erdgas wird das sogenannte Sulfinol-Verfahren verwendet, bei dem mit Hilfe einer Waschlösung Schwefelwasserstoff und Kohlendioxid ausgewaschen werden.



Abb. 1: Erdgasaufbereitungsanlage Großenkneten

Der Schwefelwasserstoff und das Kohlendioxid fallen dabei in gasförmiger Form als sogenanntes Clausgas an. Aus diesem Clausgas wird durch einen zweiten verfahrenstechnischen Prozess, den sogenannten Clausprozess, als Endprodukt u.a. elementarer Schwefel gewonnen. Es wurden beispielsweise 1999 aus der Aufbereitung von 6,5 Mrd. m³ Sauergas 849.000 Tonnen Elementarschwefel erzeugt.

In der **Erdgasaufbereitungsanlage** wird das Sauergas parallel in drei Sulfinol-Anlagen gereinigt. Das dabei entstehende Clausgas wird über einen gemeinsamen Header den drei ebenfalls parallel arbeitenden Claus-Anlagen zu geführt. Die Reinigungskapazität der **Sulfinol-Anlagen** ist dabei exakt auf die Verarbeitungskapazität der Claus-Anlagen abgestimmt. Im Normalfall arbeiten die Anlagen im Vollastbetrieb, um eine maximale Anlagennutzung zu erreichen. Nun trat in der Vergangenheit wiederholt das Problem auf, das im Vollastbetrieb eine Claus-Anlage ausgefallen ist. Dadurch konnte die gesamte Clausgasmenge aus den Sulfinolwäschen nicht mehr abgenommen werden. Da auch keine Pufferkapazitäten vorhanden sind, musste ebenfalls eine der Sulfinol-Anlagen abgeschaltet werden. Das Wiederanfahren einer Sulfinol-Anlage dauert ca. 18 h, das Wiederanfahren der **Claus-Anlage** ca. 6 h. Der mit dem eintägigen Stillstand einer Verfahrenslinie (Sulfinol-Anlage, Claus-Anlage) verbundene Produktionsausfall liegt bei 3 bis 5 Mio m³ Verkaufsgas. Diese Ausfälle sind etwa 4-5 mal pro Jahr aufgetreten. Hier bestand offensichtlich ein Potenzial zur Verringerung der Stillstandszeit der Verfahrenslinie, wenn es gelingen würde das Abschalten der Sulfinol-Anlage zu vermeiden und stattdessen die Reinigungskapazität der drei Sulfinol-Anlagen schnell auf die Abnahmekapazität der verbleibenden zwei Claus-Anlagen zu reduzieren.

Um diesen Prozess optimieren zu können, d.h. die Möglichkeit einer schnellen Lastreduktion untersuchen zu können, war es erforderlich das bisherige Anlagenverhalten anhand von gemessenen Prozessdaten aus der Vergangenheit zu analysieren und in einem mathematischen Modell (mit MATLAB) für Simulationszwecke abzubilden.

Die BEB setzt in der Erdgasaufbereitungsanlage Großenkneten seit 1997 das technische Betriebsinformationssystem TeBIS^â ein. Mit TeBIS[®] werden aus fünf vorhandenen Teleperm M-Systemen alle 10 Sekunden ca. 5000 Prozeßsignale aufgezeichnet. Die Prozessdaten der **5000 Kanäle** stehen den Anwendern in der 10-Sekunden-Auflösung ca. drei Jahre auf Festplatten im Direktzugriff zur Verfügung. Das TeBIS[®]-System unterstützte die Entwicklung der schnellen Lastreduktion bei den folgenden Teilschritten:

➤ **Analyse der Anlagenausfälle:**

Das TeBIS[®]-System ermöglichte durch seine graphischen Visualisierungswerkzeuge sowie den einfachen und frei konfigurierbaren Zugriff auf alle Prozessdaten die detaillierte Analyse der Anlagenausfälle. Die Analyse verschiedener Ausfälle lieferte die entsprechenden Erkenntnisse über das reale Anlageverhalten, die dann als Basis für die Modellierung der Anlagen mit dem Simulationsprogramm MATLAB dienten.

➤ **Erstellung und Optimierung des Anlagenmodells:**

Das mit MATLAB erstellte Modell diente dazu neue Steuerungsstrategien für die Leittechnik zu entwickeln und durch Simulation zu prüfen. Dazu wurden Prozessdaten aus dem TeBIS[®]-System verwendet, um möglichst reale Eingangsdaten für die Simulation zu verwenden. Mit dem Anlagenmodell wurden nun Steuerungsstrategien für die Leittechnik entwickelt, die es erlauben die Last der drei Sulfinol-Anlagen bei Ausfall einer Claus-Anlage innerhalb von max. 200 Sekunden auf die notwendige Teillast abzusenken.

➤ **Überprüfung und Nachoptimierung der Steuerungsstrategien:**

Die entwickelte Steuerungsstrategie wurde als Programmteil in der Leittechnik der Sulfinol-Anlagen implementiert. Da die notwendige schnelle Lastreduktion mit regelungstechnischen Methoden nicht möglich war, wurde ein anderer Weg beschritten. In Form eines kontinuierlich mitlaufenden Modelles, das die relevanten Prozessgrößen berücksichtigt, werden die Zielgrößen und deren Steuergrößen berechnet. Nach Aktivierung der schnellen Lastreduktion werden die jeweiligen Regelungen von den Stellorganen abgekoppelt und die Modell-Stellgrößen werden auf die Stellorgane aufgeschaltet. Um nicht blind zu fahren, werden die beeinflussten Prozessgrößen ständig auf Einhaltung von Toleranzen überwacht. Wird eine solche Toleranz verletzt, so greift die vorher abgekoppelte Regelung wieder ein, in der berechtigten Hoffnung, daß die Toleranz anschließend wieder eingehalten wird. Da das TeBIS[®]-System das gesamte Anlagenverhalten wie ein Flugschreiber dokumentiert, standen bei weiteren Ausfällen alle relevanten Prozessdaten sofort zur Verfügung. Dadurch war eine schnelle Analyse und Nachoptimierung der Steuerungsstrategien möglich, bis der gewünschte Erfolg sich einstellte.

Den **Erfolg der schnellen Lastreduktion** zeigen die beiden nachfolgenden Abbildungen. Abb. 2 zeigt wesentliche Prozessgrößen der Eingangsregelung einer Claus-Anlage bei einem Anlagenausfall. Erkennbar ist wie innerhalb kürzester Zeit die der Claus-Anlage zugeführte Clausgasmenge, der Brennkammerdruck und andere Prozessparameter durch den Ausfall reduziert werden (siehe Pfeile).

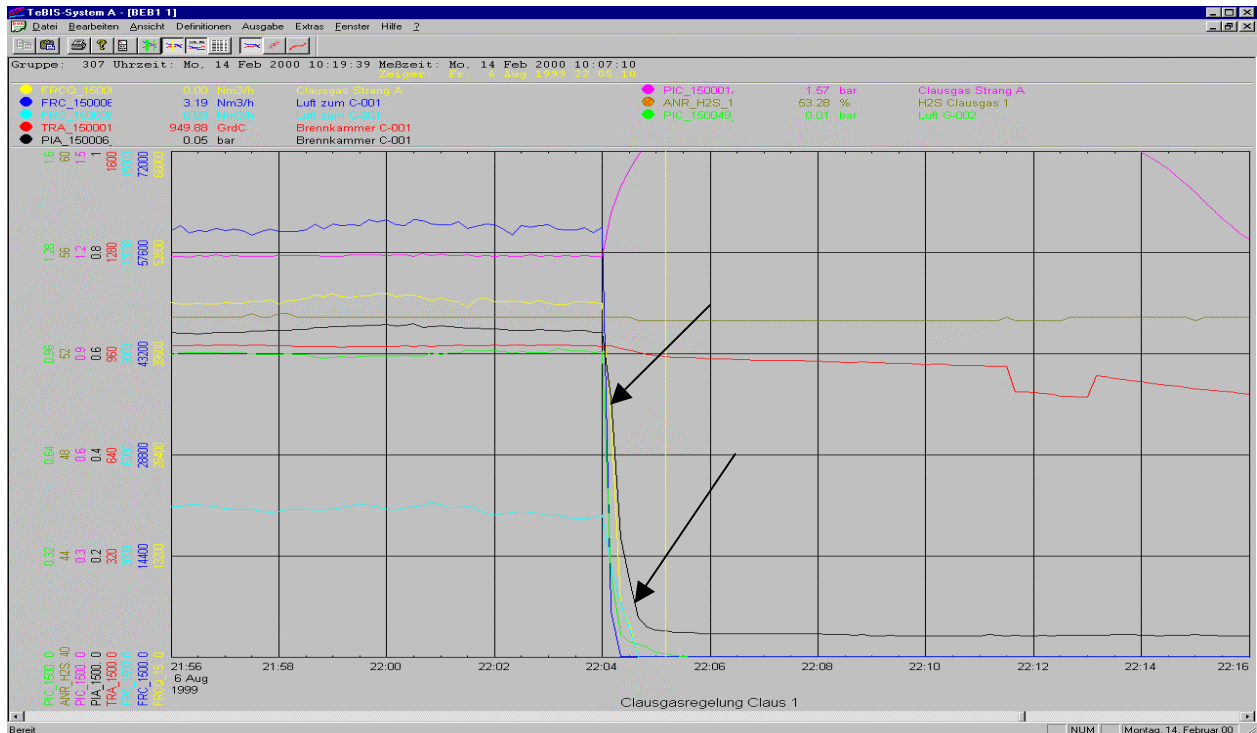


Abb. 2: Veränderung relevanter Prozessparameter beim Ausfall einer Claus-Anlage

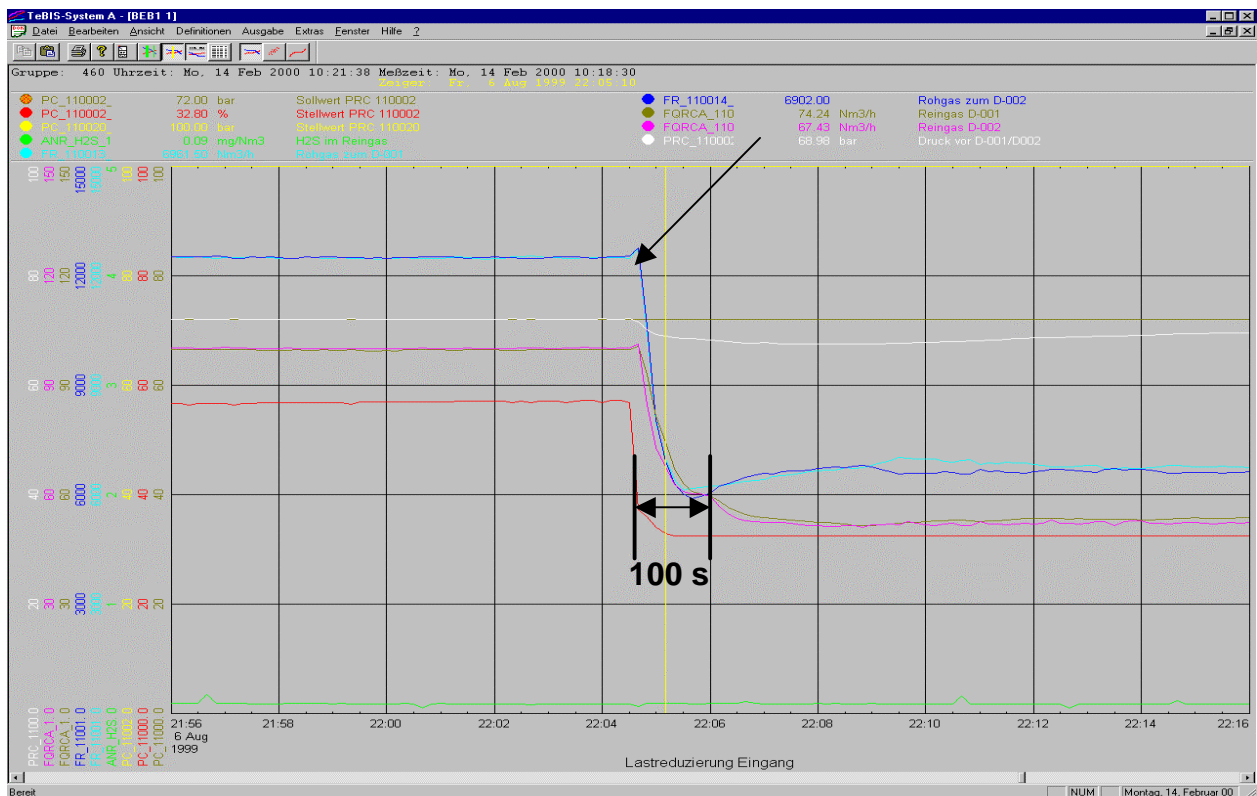


Abb.3: Schnelle Lastreduktion bei der Sulfinol-Anlage 1

Abb.3 zeigt eindrucksvoll den Erfolg der schnellen Lastreduktion am Beispiel der wesentlichen Prozessparameter der Sulfinol-Anlage 1. Innerhalb von ca. 100 Sekunden wird die Clausgas-Produktion in allen drei Sulfinol-Anlagen auf das notwendige Niveau abgesenkt, ohne das eine Anlage ausfällt. Durch die schnelle Lastreduktion konnten Produktionsausfälle vermieden werden. (Stand: 4/2000)