

## Förderprogramm

### AUF-Programm zur Förderung der angewandten Umweltforschung

#### Begünstigter

Universität Bremen, Institut für Automatisierungstechnik

**Aktenzeichen:** AUF0016

**Projekt:** Energieoptimale Regelung für die Hubbalkenöfen im Stahlwerk Bremen

**Kurztitel:** MPC\_HBO Hubbalken-Ofen

**Förderschwerpunkt:** I Erneuerbare Energien und Energieeffizienz

#### Zielsetzung des Vorhabens:

In einem Stahlwerk dient der Hubbalkenofen (HBO) zur Vorwärmung der Stahlbrammen vor dem Warmwalzen.

Im Stahlwerk Bremen werden ca. 10 m lange, 1 m breite und 240 mm dicke Stahlbrammen vor dem Walzen an einem Ende in einen Ofen hineingeführt. Über eine Hebemechanik im Boden, die sogenannten Hubbalken, werden sie in regelmäßigen Zeitabständen innerhalb des Ofens durch verschiedene Temperaturzonen geführt. Schließlich werden die Brammen mit Ihrer Endtemperatur auf der Austrageseite auf die Walzstraße gegeben. Geheizt wird der Hubbalkenofen (HBO) mit Konvertergas oder Erdgas. Der HBO ist einer der größten Energieverbraucher in einem Stahlwerk. Im Stahlwerk Bremen beträgt der Energieverbrauch eines einzigen der 3 Hubbalkenöfen pro Jahr ca. 760°GWh, was dem elektrischen Jahresverbrauch von ca. 190.000 Haushalten (4-köpfige Familie) entspricht.

Falls es gelingen sollte, den Energieverbrauch nur um 0,5% zu reduzieren, wovon die Antragsteller ausgehen, beträgt die jährliche Energieeinsparung im Stahlwerk Bremen bei 3° Hubbalkenöfen ca. 10°GWh pro Jahr und damit dem elektrischen Energieverbrauch von ca. 2.500 Haushalten.

Die hier verfolgte Optimierung erfordert eine Modellierung, die die Branche bisher als besonders schwierig ansah:

- Einerseits ein hochkomplexes Systemmodell, dessen Dynamik sich durch die Bewegung von temperaturvariablen Brammen durch den Ofen ständig verändert
- und andererseits ein numerischer Solver („Lösungsverfahren“), der durchaus empfindlich auf ungünstige Modellstrukturen reagieren kann.

Hier versprechen sich die Antragsteller durch die Zusammenarbeit von IAT und ZeTeM einen entscheidenden Vorteil, der auch, im Erfolgsfall, zu einem Standortvorteil für das Stahlwerk Bremen werden kann.

Den Antragstellern erscheint das Ziel des Projektes, die Entwicklung einer modellprädiktiven Regelung (MPC) für die Hubbalkenöfen im Stahlwerk Bremen, realisierbar. Der vorgesehene Einsatz einer MPC verspricht gegenüber dem aktuellen Regelungskonzept, bei dem 16 einzelne Regler die 16 Temperaturen in den 16 Ofenzonen separat für sich regeln und dabei z.T. gegeneinander arbeiten, eine signifikante Energieeinsparung.

In der konkreten Anwendung ergeben sich komplexe Gleichungssysteme, zu deren Lösung erst eine sogenannte „modellprädiktive Regelung“ beitragen könnte.

Einstellbar sind bei diesem Verfahren

- die Länge der Zeitschritte sowie
- die Betrachtung des gesamten Zeitintervalls (Prädiktionshorizont), über das die Optimierung durchgeführt wird.

Voraussetzungen sind

- ein sehr leistungsfähiger Rechner, da in jedem einzelnen Zeitschritt eine vollständige numerische Optimierung durchgeführt werden muss, und
- ein sehr präzises mathematisches Modell des Systems.

Weltweit gibt es numerische Solver zur Optimierung von Stellgrößenverläufen. Einer der leistungsfähigsten ist (nach Antragstellerangaben) am Zentrum für Technomathematik (ZeTeM) der Universität Bremen entwickelt worden.

Der Solver ist schnell und beherrscht auch beliebige Nichtlinearitäten und Begrenzungen, die in Form von Randbedingungen in der Optimierung vorgegeben werden können.

Vorteilhaft wird sich nach Einschätzung der Antragsteller die unmittelbare räumliche Nähe zu den Entwicklern des Solvers und der Zugriff auf den Quellcode auswirken. Dies wird problemspezifische Anpassungen des Solvers an das regelungstechnische Problem relativ unkompliziert machen. So konnten schon in zwei anderen Projekten erfolgreiche Kooperationen zwischen dem IAT und dem ZeTeM etabliert werden.

In diesem Vorhaben ist eine Promotion vorgesehen. Das IAT bringt dazu eigene Mittel im Umfang von 8 Stellenmonaten in die Finanzierung ein.

Projektbeginn: 01.09.2020  
Projektende: 31.12.2022  
Status: Antrag bewilligt

	<b>Universität Bremen Institut für Automatisierungstechnik AUF0016</b>
<b>Projektvolumen:</b>	217.405,50 €
<b>Förderquote:</b>	100,00 %
<b>Fördersumme:</b>	217.405,50 €
<b>Davon EFRE-Anteil:</b>	108.702,75 €
<b>Davon Landesmittel:</b>	108.702,75 €
<b>Private Mittel: Aufwendungen des Stahlwerkes Bremen</b>	138.000,00 €

Stand: Zum Zeitpunkt der Bewilligung

Auskunft erteilt: Dr. Detlef Pukrop, BAB – Bremer Aufbau-Bank GmbH  
E-Mail: detlef.pukrop@bab-bremen.de