

# Model Predictive Control für eine UHT-Prozessanlage

Studiengang: BSc in Elektro- und Kommunikationstechnik  
 Betreuer: Prof. Dr. Norman U. Baier  
 Experte: Björn Krebs (Deleproject AG)  
 Industriepartner: Deleproject AG, Uetendorf

**Modellprädiktive Regler (MPC) verwenden zur optimalen Regelung ein Anlagemodell. Dadurch sind sie in der Lage, in Bezug auf gemessene Störgrößen, Nichtlinearitäten und grosse Totzeiten vorausschauend zu agieren und komplexere Regelziele mit höherer Güte zu erreichen.**

1

## Ausgangslage

Die meisten Industrieanlagen verwenden PID-Regler. Während diese Regler einfach zu implementieren sind, stossen sie bei komplexeren Problemstellungen schnell an Grenzen. Insbesondere die häufigen Störgrößen, Nichtlinearitäten und Totzeiten zählen zu den Herausforderungen, wenn eine Regelung mit hoher Güte entwickelt werden soll. Abhilfe schaffen modellprädiktive Regler (MPC), welche zur Regelung auf ein Anlagemodell zurückgreifen. Dadurch sind sie in der Lage, das Verhalten der Anlage vorherzusagen und optimale Eingriffe in den Prozess zu planen.

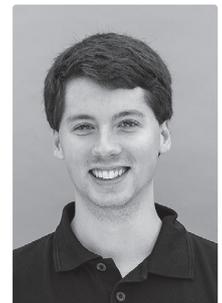
## Ziele

Die bestehende Regelung einer Prozessanlage für Ultrahocherhitzung (UHT) im Nestlé Product Technology Centre Konolfingen soll durch eine MPC-Applikation verbessert werden. Die Varianz der produktrelevanten Temperaturen soll reduziert und der Letalitätswert ( $F_0$ -Wert) als Mass der Sterilität aktiv kontrolliert werden.

## Ergebnisse

Während PID-Regler eine lokale Prozessgröße regeln können, eignen sich MPC-Regler aufgrund der Mehrgrößenfähigkeit für übergeordnete Anlageregelungen. Damit können verschiedene Prozess- und Qualitätsgrößen optimal aufeinander abgestimmt werden. Es resultieren eine bessere Stabilität der Prozessgrößen, kleinere Qualitätsvarianz und Energieoptimierung.

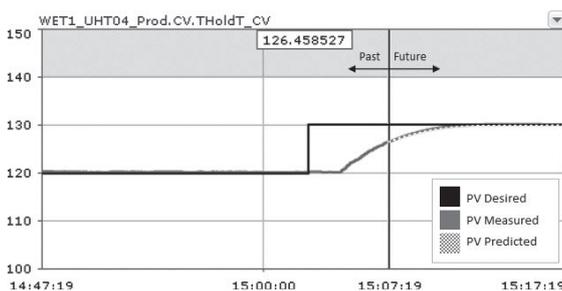
Die Arbeit demonstriert anhand einer konkreten Implementierung, wie eine UHT-Prozessanlage mit einer MPC-Applikation betrieben werden kann. Dabei wird der ganzheitliche Prozess von Planung, Spezifizierung, Vorarbeiten, Step-Tests, Modellbildung, Reglerdesign, Steuerungsintegration, Tuning und Performance Audit beleuchtet. Besonderes Augenmerk wird auf eine industrietaugliche Lösung gelegt, welche auf die bestehende Automation aufbaut und damit im Sinne eines Optimierungsprojektes realisiert werden kann.



Adrian Kamer  
[adrian.kamer@deleproject.ch](mailto:adrian.kamer@deleproject.ch)

## Fazit

Die Erprobung auf der UHT-Prozessanlage hat gezeigt, dass der MPC-Regler die entscheidenden Temperaturen deutlich stabiler halten kann und andere Störgrößen proaktiv unterdrückt werden. Zudem konnte mit dem Letalitätswert erstmals eine Qualitätsgröße geregelt werden, welche über Temperatur und Durchfluss koordiniert gelenkt werden muss. Die nahtlose Integration in die Automationsumgebung ermöglicht einen vollautomatischen Betrieb und eine übersichtliche Visualisierung. Ein Webportal dient zur Verfolgung der vergangenen und zukünftigen Schritte und ermöglicht die Konfiguration der Regelziele.



Visualisierung von Sollwert (schwarz), Istwert (grau) und Vorhersage (Schraffur) einer Regelgröße

	TholdT_CV	FDValue_CV	TOut_CV	Press_CV
MV Flow_MV	-	NL	+	+
MV PreH_MV	+			
MV FinalH_MV	+	NL		
MV PreC_MV			+	
MV FinalC_MV			+	
MV BackP_MV				+
DV HomoP_DV				+

Die Controller-Matrix zeigt die Teilmodelle zwischen Regelgrößen (CV) sowie Stell- und Störgrößen (MV/DV)