

Simulation à la carte

Modellbasierte Entwicklung sorgt für
mehr Effizienz in der Gastronomietechnik

Wer im Restaurant ein Menü bestellt, möchte eins: Es muss schmecken – wie erwartet! Um den Wunsch des Gastes zu erfüllen, müssen viele Faktoren exakt aufeinander abgestimmt sein. Das Equipment zur Lagerung, Zubereitung und Ausgabe der Speisen spielt dabei eine maßgebliche Rolle. Der Gastronomiegerätehersteller Manitowoc setzt auf modellbasierte Entwicklung und Hardware-in-the-Loop-Tests, um die hohe Qualität seiner Produkte zu gewährleisten.



Hohe Anforderungen an Gastronomietechnik

Zu den größten Herausforderungen für Hersteller von Gastronomietechnik, kurz Gastrotechnik, zählen kurze Entwicklungszyklen, eine schnelle Realisierung von Prototypen für die Konzeptprüfung durch die Kunden sowie sehr strenge Vorgaben hinsichtlich Lieferung und Zuverlässigkeit. Eine standardisierte und schnelle Lebensmittelzubereitung, das Perfektionieren des Kochvorgangs und das Standardisieren patentierter Rezepturen erfordern moderne Steuerungssoftware und eine anspruchsvolle Prozesssteuerung, z.B. die exakte Ausführung zeitgesteuerter Ereignisse und Zustände. Die Vorgaben für den Bratvorgang einer bestimmten Fleischsorte beinhalten beispielsweise genaue Zeit- und Temperaturangaben für die unterschiedlichen Phasen des Bratprozesses und einer eventuellen Warmhaltephase. Wie in allen Industriezweigen



Typische Anwendungsfelder von Manitowoc-Produkten: Kochen, Kühlen, Ausgeben, Eis-Herstellen



Beispiel für ein Touch Panel zur Bedienung eines Ofens von Merrychef, einer Marke von Manitowoc.

gehören auch in der Gastrotechnik Präzision, Energieeffizienz und Ausfallsicherheit zu den wichtigsten Anforderungen, die es zu erfüllen gilt.

Hightech-Produktportfolio

Manitowoc ist einer der führenden Hersteller und Anbieter professioneller Gastrotechnik. Die Produktpalette deckt u.a. die Bereiche Koch- und Kühlgeräte, Lebensmittelzubereitung sowie Getränketechnik ab. Um die Leistungsfähigkeit und Qualität seines Produktportfolios weiter auszubauen, setzt Manitowoc auf elek-

tronische Steuerungen samt umfangreicher Steuerungssoftware. Eine leichte und reibungslose Bedienbarkeit der Systeme ist hierbei ein entscheidender Erfolgsfaktor beim alltäglichen Einsatz in der Gastronomie.

Breites Spektrum elektrischer Komponenten

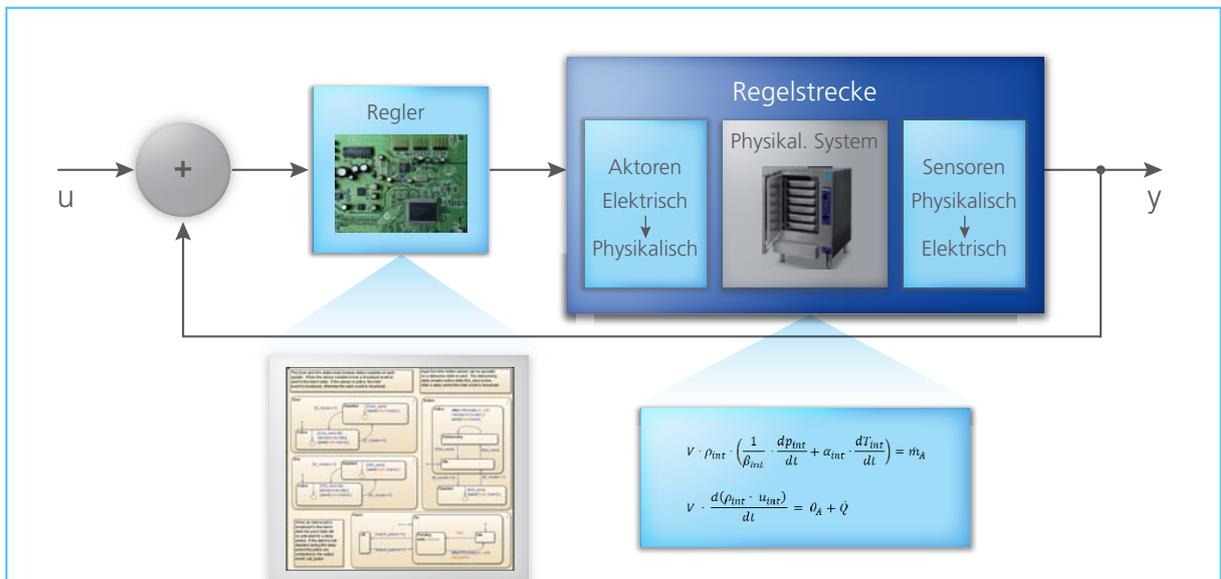
In den Geräten der Gastrotechnik kommt eine Vielfalt elektrischer Bauelemente zum Einsatz, u.a. verschiedenste Sensoren und Schnittstellen mit Touch Panels, AC-Relais und Spulenansteuerungen, Motoren und Schaltern. Sie alle kommu-

nizieren mehr oder weniger direkt mit anspruchsvollen, eingebetteten elektronischen Steuerungen. Letztendlich ergibt sich ein komplexes Elektrik/Elektronik (E/E)-System, dessen Funktion abzusichern ist.

Herausforderung Software-Qualität

In der Gastrotechnik wird Software insbesondere für Steuergeräte und Benutzeroberflächen benötigt, mit denen die Abläufe im Inneren der Geräte gesteuert werden, z.B. bei der Heizung oder den Ventilen. Tritt beim Benutzeroberflächen-

Prinzip der Hardware-in-the-Loop (HiL)-Simulation: Die Regelstrecke wird durch mathematische Modelle nachgebildet. Aktoren und Sensoren werden ebenfalls virtuell ersetzt.





Getränkespender, Frittierstation Frymaster Cobra und Convotherm Oven-P4: Diese Produkte werden mit HIL-Regressionstests getestet.

Modul ein Problem oder ein Fehler auf, so bemerkt dies im ungünstigsten Fall der Gast im Restaurant in Form eines getrüben Geschmackserlebnisses. Daher gelten für das Benutzeroberflächen-Modul besonders hohe Qualitätsansprüche. Es bedeutet für Manitowoc eine enorme Herausforderung, die Software-Qualität über ein breites Produktportfolio gleichbleibend hoch zu halten. Um dies zu erreichen, ist der Erfahrungsschatz anderer Industriezweige wie der Automobil- und Nutzfahrzeugbranche äußerst hilfreich, denn die Herausforderungen dort sind ähnlich. In der Gastrotechnik bedarf es ebenfalls geeigneter Methoden und Prozesse sowie einer Werkzeugkette, die den Software-Entwicklungsprozess effizient gestaltet.

Modellbasierte Entwicklungsmethodik

Für die Entwicklung und funktionale Absicherung der immer komplexer werdenden Gastrotechnik reichen

die bisherigen manuellen Verfahren nicht mehr aus. Hier leistet Manitowoc Pionierarbeit und setzt als erster Hersteller im Bereich der Gastrotechnik das modellbasierte Testen ein. Ziel ist es, die Art und Weise der Produktentwicklung neu zu definieren, um zukünftigen Produkten einen spürbaren Wettbewerbsvorteil zu sichern. Mit dieser Vorgabe wandte sich Manitowoc an dSPACE. Das Ergebnis ist eine Entwicklungspartnerschaft zur Einführung der modellbasierten Entwicklung. Hierfür wurden die folgenden Anforderungen definiert:

- Entwickeln generischer Modelle für das breite Produktportfolio von Manitowoc
- Wiederverwenden des Testsystems über alle strategischen Reglerplattformen hinweg
- Entwickeln generischer Testfälle und Harmonisieren unserer Werkzeugkette über alle Unternehmensbereiche

- Simulieren des physikalischen Lastverhaltens sowie von Tests für Regler, die sich noch in der Entwicklung befinden
- Entwickeln von Stresstestfällen zur Simulation der Fehler, die im Feldtest gefunden wurden, und Validieren der Diagnosecodes

Entscheidung für die HIL-Simulation

Beim Abgleich der Anforderungen von Manitowoc mit dem Leistungsangebot von dSPACE wurde deutlich, dass Hardware-in-the-Loop (HIL)-Systeme von dSPACE grundsätzlich eine wichtige Rolle zur Erfüllung der Qualitätsansprüche von Manitowoc spielen können. Mit der HIL-Simulation gelingt es erstmals, die reale Umgebung virtuell darzustellen. Dies eröffnet die Möglichkeit, wichtige Tests der elektronischen Steuerungen bereits in sehr frühen Software-Entwicklungsphasen durchzuführen, wenn die zugehörige Hardware – beispiels-



„Für den Umstieg auf die modellbasierte Entwicklung brauchten wir eine Hardware-Testplattform, die auch zukünftige Erweiterungen unterstützt. dSPACE bot uns die perfekten, konfigurierbaren und erweiterbaren Plattformen für die Integration all unserer Anforderungen.“

*Pedro Zayas, Senior Engineer,
verantwortlich für Hardware-in-the-Loop-Tests und
Rapid Control Prototyping bei Manitowoc Food Service.*



„Das Testen von Gastronomietechnik erfordert Systeme wie den dSPACE HIL-Simulator, da er im Umgang mit unterschiedlichen Signalarten und Kommunikationsprotokollen hochgradig flexibel ist.“

Jake Blake, System Engineer, verantwortlich für Hardware-in-the-Loop-Tests und Automatisierung bei Manitowoc Food Service.

weise die Heizung – für die Entwickler noch nicht zur Verfügung steht. Als Folge lässt sich prognostizieren, dass die entwickelten Geräte im Alltagseinsatz seltener ausfallen, d.h., ihre Zuverlässigkeit steigt und damit auch die Zufriedenheit der Kunden. Die Entscheidung fiel daher auf einen dSPACE Simulator. Entwicklungsmethodisch bietet er die idealen Voraussetzungen, um eine grundsätzlich modellbasierte Vorgehens-

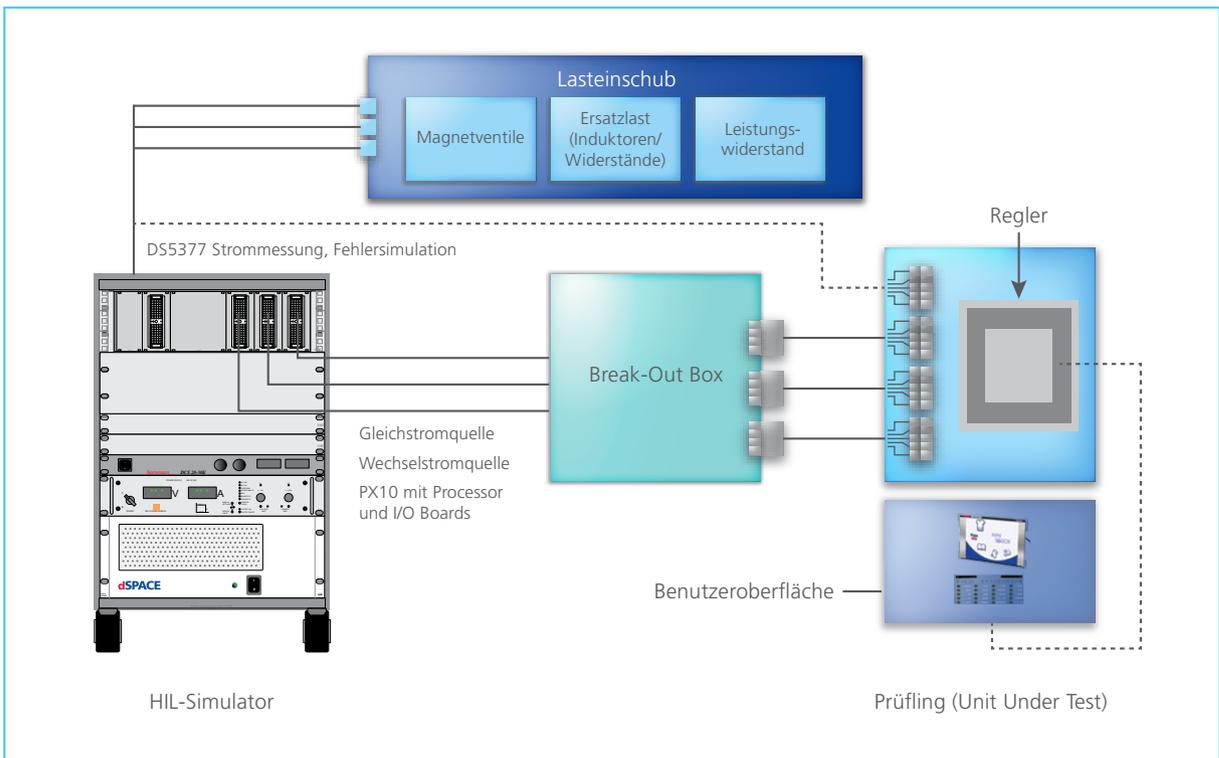
weise bei allen Entwicklungsthemen zu etablieren. Das System wurde erstmalig im Rahmen eines Ofen-/Fritteusen-Projekts und eines Getränkependers eingesetzt.

Konzeption des HIL-Testsystems

Manitowoc benötigte für die Hardware-Tests ein flexibles HIL-System, das die unterschiedlichen I/O- und Last-Anforderungen der gesamten Produktpalette erfüllt – von Öfen über

Grills, Fritteusen und Küchenmaschinen bis hin zu Getränkenspender und Kühlsystemen. Für den resultierenden Mix aus verschiedensten I/O-Signalen bot das vielseitige Produktportfolio von dSPACE mit seinen unterschiedlichen I/O- und Schnittstellenkarten hervorragend geeignete Lösungen. Des Weiteren sollte Manitowocs intern entwickelte Testautomatisierungsplattform weiterhin als zentrale Instanz für den automatisierten Pro-

Konzeption des Testplatzes: HIL-Simulator (links), Break-Out Box (Mitte) und das zu testende Steuergerät samt Bedienoberfläche (Unit Under Test, UUT) (rechts). Die Ersatzlasten für die Leistungstests sind extern in einem Lastgehäuse integriert.





dukttest dienen. Hierzu bot dSPACE mit einer Simulator-API eine generische Architektur, dank der sich der HIL-Simulator nahtlos in die intern entwickelte Testautomatisierungsplattform integrieren ließ. Die aufgrund Manitowocs globaler Firmenstruktur weltweit verteilt arbeitenden Testentwickler haben nun die Möglichkeit, zum Testen unterschiedlicher Produkte auf die generische dSPACE Prüfstandarchitektur zuzugreifen.

Das gesamte Testsystem ist in einem fahrbaren Rack untergebracht. Die zu testenden Regler werden über eine Break-Out-Box angeschlossen. Um gegebenenfalls Leistungsendstufen in die Tests einzubeziehen, stehen Ersatzlasten zur Verfügung.

Inbetriebnahme und Einsatz des Simulators

Der HIL-Simulator ließ sich während seiner Inbetriebnahme im Entwicklungslabor vollständig in die bestehende Testautomatisierungsplatt-

form integrieren. Das System wirkte dabei sehr ausgereift und bietet komfortable Bedienmöglichkeiten. Grundsätzlich erfüllt der Simulator alle Anforderungen, um Tests systematisch aufzusetzen, Fehler gezielt zu analysieren und deren erfolgreiche Behebung per Regression zu verifizieren.

In drei Entwicklungsprojekten wurden mittlerweile praktische Erfahrungen gesammelt, die einen Vergleich mit den bisherigen Testmethoden zulassen.

Die Ergebnisse übertrafen die Erwartungen: Während sich die Testzeit um 80% reduzierte, stieg die Testabdeckung um ein Vielfaches. Dabei wird der Simulator noch längst nicht in vollem Umfang genutzt. Für viele Verbesserungen sorgen Werkzeuge wie der Stimulus Editor und die Failure Insertion Unit (FIU).

Vorteile im Testbetrieb

Beim Erstellen und Ausführen von Testfällen ergeben sich für die Tester

folgende entscheidende Vorteile gegenüber der bisherigen manuellen Vorgehensweise:

- **Zeitersparnis:** Im Vergleich zu früher lassen sich Tests nun in einem Bruchteil der Zeit ausführen, was der Forderung nach kurzen Produktentwicklungszyklen entgegenkommt.
- **Zeitsynchrones Testen:** Zeitkritische Tests sind leicht implementierbar und komfortabel überwachbar.
- **Einfache Regressionstests:** Die wiederholte Ausführung von Testläufen und Software-Updates gestaltet sich schnell und kostensparend.

Diese Vorteile versetzen die Entwickler in die komfortable Lage, umfassender und zielgerichteter testen zu können. Und weil hierfür nur noch ein Bruchteil der Zeit nötig ist, eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten für das Erweitern der Testumfänge



„Mit dieser bahnbrechenden Technologie haben unsere Zuverlässigkeitstests dasselbe Qualitätsniveau wie die der Automobil- und Luftfahrtindustrie. Die modellbasierte Entwicklung läutet ein neues Zeitalter für die Lebensmittelindustrie ein. Die Einführung von modellbasierten Entwurfswerkzeugen und kurzen Entwicklungszyklen war nur mit einem engagierten Partner wie dSPACE möglich.“

Vikram Verma, Manitowoc



Von links nach rechts: System Engineer Jake Blake konfiguriert mit dSPACE ControlDesk den Convotherm-HIL-Prüfstand. Pedro Zayas und Vikram Verma prüfen Signale am Convotherm-HIL-Prüfstand. Monitoring der Signale der Ofen-Steuerung mit ControlDesk. Jake Blake, Pedro Zayas, Vikram Verma, Paul Touchette. (Von links)



„Mit der dSPACE Werkzeugkette konnten wir durch modellbasierte Entwicklung und Hardware-in-the-Loop-Simulation unsere strategischen Visionen für elektronische Regelsysteme verwirklichen.“

Paul Touchette, Director of Engineering, Center of Advanced Electronic Control bei Maniowoc Food Services

sowie den Ausbau der Testarchitektur und der Prozesse.

Ergebnisse und Fazit

Mittlerweile liegen konsolidierte Erfahrungen und Erkenntnisse der drei abgeschlossenen Entwicklungsprojekte vor, die mittels modellbasierter Entwicklung und HIL-Test durchgeführt wurden. Außerdem haben die Geräte den Bewährungstest beim Alltagseinsatz in Gastronomiebetrie-

ben absolviert. Daraus lässt sich folgendes Resümee ziehen:

Größerer Wettbewerbsvorteil und höhere Zuverlässigkeit:

Mit dem HIL-System konnte Maniowoc die elektronischen Steuereinheiten sehr viel schneller testen als mit jedem manuellen Test zuvor und gleichzeitig sogar die Testabdeckung verbessern. Auf diese Weise gelang es, die Markteinführungszeiten zu

verkürzen und die „Pannenstatistik“ beim Alltagseinsatz in der Gastronomie noch weiter zu optimieren.

Kosteneinsparungen:

Anstatt aufwendiger, produktspezifischer Tests erstellt das Testteam mit der dSPACE Hardware nun adaptive Plattformen, die für so viele unterschiedliche Maniowoc-Produkte wie möglich eingesetzt werden. Die effizienten und schnell-

Unternehmensgruppe Maniowoc

Maniowoc wurde 1902 in der Binnensee-Küstenstadt Maniowoc (Michigansee) im US-Staat Wisconsin als Schiffbau- und Schiffreparaturunternehmen gegründet. Seither ist das Unternehmen gewachsen und hat sich diversifiziert. Mitte der 1920er Jahre stieg es in die Gittermastkranbranche ein und erschloss Ende der 40er Jahre den Bereich gewerbliche Kühlgeräte.

Heute besteht das Unternehmen aus zwei Segmenten – Kräne und

Gastronomiegeräte. Maniowoc ist einer der weltweit größten Hersteller von gewerblichen Gastronomiegeräten zur Kühlung und warmen Zubereitung von Speisen, Getränkespendern, Essensausgabe sowie Geräten zur Lagerung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Das Unternehmen wurde bereits mehrfach für die Qualität und Energieeffizienz seiner Produkte ausgezeichnet. Zur Unternehmensgruppe gehören folgende Marken: Cleveland Range, Convotherm,

Dean, Delfield, Frymaster, Garland Commercial Ranges, Lincoln Impingers, Merco, Merrychef, Moorwood Vulcan, Delfield, Harford, Kolpak, Kysor Panel Systems, Maniowoc Ice, Maniowoc Beverage Systems, McCall.

Maniowoc
BUILD SOMETHING REAL



len Tests halbierten die Testkosten. Außerdem reduzieren die HIL-Systeme die Garantiekosten immens, da die Geräte im alltäglichen Einsatz deutlich seltener ausfallen.

Pionierrolle:

Beim Einsatz von HIL-Systemen in der Entwicklung von Gastronomietechnik nimmt Manitowoc eine Vorreiterrolle ein. Die HIL-Systeme sind ausbaufähig und können zur Erweiterung des Funktionsumfangs auch mit Hardware-Komponenten anderer Zulieferer zusammenarbeiten. Das eröffnet völlig neue Möglichkeiten.

Synergieeffekte:

Auf unterster Entwicklungsebene können die automatisierten Regressionstests nicht nur für die Gastronomietechnik, sondern auch in Manitowocs zweitem Geschäftsfeld,

der Entwicklung von Kränen, eingesetzt werden. Dies ist eine perfekte Ausgangssituation für Synergieeffekte in Manitowocs Forschungs- und Entwicklungsprozessen. ■

*Vikram Verma,
Manitowoc*



*Video:
Manitowoc-Produkte im Einsatz
in Münchens Hofbräuhaus
[http://www.youtube.com/
watch?v=9K1c73qaN4g](http://www.youtube.com/watch?v=9K1c73qaN4g)*

Zusammenfassung

Die Unternehmen der Gastronomietechnik setzen vermehrt auf eingebettete Steuerungscomputer und grafische Benutzerschnittstellen mit vielfältigen Wahlmöglichkeiten. Dafür entwickeln sie umfangreiche Software. Für mehr Effizienz in der Entwicklung und beim Testen setzt das international agierende US-Unternehmen Manitowoc auf die modellbasierte Entwicklung und die Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation. Zusammen mit dSPACE wurde eine vollständig modellbasierte Vorgehensweise bei der Entwicklung von Gastronomietechnik erarbeitet. Neue Prozesse und Werkzeugketten steigern Effizienz und Software-Qualität. Insbesondere beim Testen führen die frühen Tests (Frontloading) und die gesteigerte Testtiefe zu signifikanten Verbesserungen gegenüber den bisherigen manuellen Methoden. Mit dem eingesetzten dSPACE Simulator reduziert Manitowoc Markteinführungszeiten und verbessert die Zuverlässigkeit seiner Geräte im Alltagseinsatz.



Vikram Verma

Vikram Verma ist Engineering Manager und Lead Architect für HIL-Testing, Rapid Control Prototyping und modellbasierten Entwurf bei Manitowoc, New Port Richey, Florida, USA.

