

**Technik & Innovation**

**Showcase MI5 – Engineering zum Anfassen**

**Motivation**

In immer mehr Unternehmen reift die Erkenntnis, dass die Produktivität des Engineerings mindestens genauso wichtig ist wie die Produktivität in der Produktion. Denn nur Unternehmen, die fähig sind, komplexe, mechatronische Produkte schnell und in guter Qualität zu entwickeln, können dem immer stärker werdenden Innovations- und Kostendruck bestehen.

Dafür bedarf es zum einen ausgefeilter Entwicklungsprozesse, zum anderen gut ausgebildete Jungingenieure. Dafür hat die ITQ GmbH mit Partnern aus Industrie, Forschung und Lehre gemeinsam mit Studenten des Maschinenbaus, der Elektrotechnik und der Informatik das Studentenprojekt „Showcase MI5“ initiiert.

Ausgehend von einem Entwicklungsprojekt für einen großen Nahrungsmittelkonzern, wird eine modulare Demonstrationsanlage entwickelt, die verschiedene Güter mit unterschiedlichen Prozessschritten herstellen kann. Der Anlagenprototyp soll auf der sps ipc drives im November 2014 in Nürnberg ausgestellt werden. Mittlerweile arbeiten 18 Studenten der Technischen Universität München, Hochschule München und Universität Ramon Llull Barcelona an diesem Ziel.

**Entwicklungsmethodik**

Das Projekt MI5 bietet aus studentischer Sicht eine hervorragende Möglichkeit, die in der universitären Theorie gelernten Entwicklungsmethoden und Vorgehensmodelle in der Praxis anzuwenden. Dabei zeigt sich, dass die Einführung und der Einsatz diverser Methoden sehr vom Projektkontext abhängen und in Umfang und Tiefe angepasst werden müssen. Im Showcase MI5 werden daher Ansätze aus verschiedenen Domänen kombiniert. Neben einem klassischen Vorgehensmodell, in diesem Fall das Quality-Gate Modell für die übergreifende Projektorganisation, werden auch agile Methoden, wie das in der Software-Entwicklung immer häufiger angewendete Scrum, eingesetzt. Hierbei wird der Ansatz verfolgt, in einem flachhierarchischen Team den initialen Planungsaufwand auf das Essentielle zu minimieren und anschließend das Projekt iterativ weiter zu entwickeln. Dabei werden die zur Verfügung stehenden Ressourcen durch selbständige Restrukturierung innerhalb des Teams jederzeit optimal eingesetzt.

**Aufbau und Systemarchitektur**

Der ausgewählte Anwendungsfall behan-

delt die Produktion zweier grundsätzlich verschiedener Produkte: zum einen sogenannte Keks-Burger (ein geschichteter Verbund aus Keksen und einer Füllschicht, z.B. Schokocrème) und zum anderen Cocktails. Diese Produkte sollen auf einer Anlage parallel und prozessicher produziert werden. Dabei gilt es moderne Technologien im Kontext der Industrie 4.0 einzusetzen, eine ansprechende Bedienoberfläche zu schaffen und die Herausforderungen des interdisziplinären Prozesses des Engineerings darzustellen. Der „Showcase MI5“ gliedert sich dabei in verschiedene Teams bzw. Modulgruppen, siehe dazu die folgende Abbildung. Im Folgenden sollen die Hauptkomponenten der Anlage dargestellt werden.

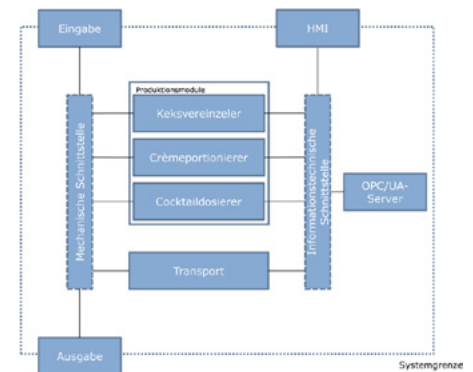
**Module und Schlagworte en detail**

**Modul 1: Beckhoff XTS**

Das „eXtended Transport System“ der Firma Beckhoff ist ein innovatives Produkt, welches einem modularen Konzept folgt und flexible Streckenkonfigurationen zulässt. Die Zielsetzung ist es, die zwangsläufig kontinuierliche Förderleistung eines Transportbandes durch eine individuell auf den aktuellen Prozess abgestimmte Bewegungsabfolge zu ersetzen. Dazu enthält jeder Streckenabschnitt eine elektromagnetische Aktuator-Sensor-Einheit, welche die auf einer Schiene laufenden Schlitzen („Mover“) individuell ansteuert. Hierbei werden Wiederholgenauigkeiten von kleiner als  $\pm 10 \mu\text{m}$  und eine Maximalgeschwindigkeit von bis zu 4 m/s erreicht. Dies ermöglicht eine in Echtzeit optimierte Produktionsplanung mit beliebigen Vorwärts- und Rückwärtsfahrten.

**Modul 2: Keksevereinzelner**

Das Modul Keksvereinzelner dient zur Ausgabe einzelner Kekse. Hierfür wird ein Stapel aus bis zu 40 rechteckigen Keksen in einer austauschbaren Lagervorrichtung aufbewahrt und von dort, über eine Aussparung in einer Drehscheibe, prozesssicher vereinzelt. Anschließend erfolgt eine kameragestützte Überprüfung auf gebrochene Kekse durch Bildverarbeitung auf Basis eines Kontrastverfahrens. Ein fehlerhafter Keks wird durch einen mathematisch-optimierten Auswurf entfernt, wohingegen der intakte Keks zu einer Rutsche weiter bewegt wird und über diese in die Ausgabe geleitet wird. Das Ablegen des Kekses erfolgt durch Öffnen eines Scherenmechanismus, welcher durch einen Exzenter auf der Motorwelle aktuiert wird. Der Prozessablauf soll eine lebensmittelkonforme Produktion mit einem maximalen



Durchsatz von 10 Keksen pro Minute ermöglichen.

**Modul 3: Crèmeportionierer**

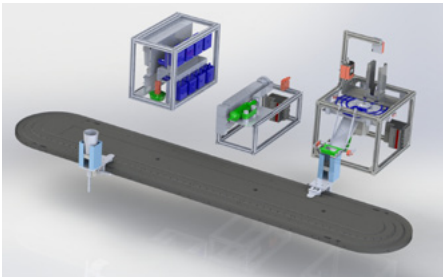
Das Modul Crèmeportionierer trägt die Zwischenschicht („Topping“) des Keks-Burgers auf, wobei hierfür eine handelsübliche Garnierspritze verwendet wird. Dies dient zum einen der Gewährleistung der Hygienesicherheit und zum anderen der einfachen Austauschbarkeit des Abfüllbehälters, wodurch ein schneller Wechsel von süßen und deftigen Füllungen gewährleistet wird. Die exakte Dosierung wird durch eine sensorgesteuerte, lineare Kugelumlaufantriebseinheit realisiert.

**Modul 4: Cocktail-Dosierer**

Das exakte Fördern der Cocktailzutaten erfordert eine präzise Dosierung unterschiedlich viskoser Flüssigkeiten, unter Einhaltung geltender Hygienevorschriften. Um diesen nachzukommen, werden Peristaltik-Schlauchpumpen eingesetzt. Die Flüssigkeit bleibt dabei stets in einem lebensmittelechten Schlauch und kommt nie mit mechanisch beweglichen bzw. potentiell verunreinigten Bauteilen in Berührung. Die Anzahl der Pumpen kann dabei pro Modul variieren, während die Schnittstelle an das Gesamtsystem unverändert bleibt. Somit kann das Modul einen funktional variablen Service anbieten.

**Modul 5: HMI**

Das Human-Machine-Interface (HMI) ist im Showcase MI5 ein eigenständiges Modul, was dem massiven Bedeutungszuwachs von ansprechenden und intuitiv bedienbaren Oberflächen in den letzten Jahren geschuldet ist. Bei der Entwicklung wird der Fokus auf etablierte und zukunftsweisende Technologien gesetzt: HTML5 und JavaScript. Das bedeutet, dass die HMI als eine Art „Echtzeit“-Webseite entwickelt wird. Für die Realisierung von dieser gefühlten Echtzeit kommt die Socket.IO Library auf Basis von JavaScript zum Einsatz. Der Vorteil von



serverseitigem Javascript ist die inherent unterbrechungsfreie Ausführung mittels NodeJS. Mit NodeJS wird eine Hochsprache eingesetzt, die einen modularen Aufbau der Software fordert und fördert. Die Verwendung eines Browsers bietet weiterhin zahlreiche Vorteile im Vergleich zu traditionellen Anwendungen. Dazu gehört die vollständige Unabhängigkeit vom Betriebssystem des Clients und auch die korrekte Darstellung verschiedener Auflösungen der Endgeräte. Mit einem solchen Responsive-Design können Touchpanels, Smartphones und Tablets mit ein und derselben Lösung bedient werden. Für die Generierung von HTML5-Code wird die Jade-Template-Engine in Kombination mit Stylus und Bootstrap herangezogen, welches im Zuge des „mobile-first“ Ansatzes natürlich nicht fehlen darf. Außerdem wird Express zur Bearbeitung der verschiedenen Anfragen an den NodeJS-Server verwendet. Eine Bibliothek zur Kommunikation von Node und OPC/UA (node-opcua) ist quelloffen zugänglich und wird parallel zum Projekt weiterentwickelt.

### Schnittstelle 1: Mechanische Schnittstelle

Als mechanische Schnittstelle zwischen dem XTS-Transportsystem und den Produktionsmodulen dient ein Adapter für die XTS-Mover, welcher sowohl die Aufnahme eines Keks-Burgers als auch eines Cocktailglases ermöglicht. Die Zielsetzung ist es, die Prozesssicherheit durch eine zusätzliche vertikale Verfahrensmöglichkeit zu erhöhen und dabei dem modularen Gedanken Rechnung zu tragen. Die identisch aufgebauten Adapter sind daher auf jedem beliebigen XTS-Mover montier-

bar und so entworfen, dass jeder Mover sowohl als Produktaufnehmer, als auch als Aktuator fungieren kann. Die eigentliche Kopplung zweier Mover erfolgt dabei ausschließlich durch die XTS-Programmierung. Die exakte vertikale Positionierung wird über einen seitlich getriebene Zahnstangen-Zahnradübersetzung realisiert. Die finale Ausgabe der Produkte an den Messebesucher erfolgt, ebenso wie die Glaszuführung, in einem speziell abgeschirmten Bereich, so dass eine Verschmutzung des Transportsystems ausgeschlossen wird.

### Schnittstelle 2: Informationstechnische Schnittstelle

Die Module können über einen OPC/UA - Server als Relay miteinander kommunizieren. Dort werden Informationen über anstehende Produktionsschritte oder Lagerfüllstände ausgetauscht. Dabei maskieren die Module ihre interne Komplexität und bieten eine standardisierte Kommunikationsschnittstelle nach außen hin an (vgl. Objektorientierung). Überwacht wird der Gesamtprozess wiederum von einem Modul, dem sogenannten Process Tool. Dieses beobachtet die Module, deren Kommunikation, Prozessschritte und Zusammenarbeit, und wertet diese Informationen nach bestimmten Regeln aus. Je nach Bedeutung der möglichen Regelverletzung werden unterschiedliche Maßnahmen ergriffen: Hinweis an Module, Hinweis an Nutzer, Sprunganweisungen an die jeweiligen Module oder Systemstopp. Die OPC/UA-Kommunikationsfunktionalität der einzelnen Module wurden zumeist mit den Software-Angeboten der SPS-Hersteller gelöst; beim „Process Tool“ wurde als Basis auf ein kommerzielles C++-SDK zurückgegriffen.

**Einfache Rekonfigurierbarkeit:** Die Module sollen nach einem Baukastenprinzip einfach und zur Laufzeit zu einer Gesamtanlage zusammengesteckt werden können. Das wird mechanisch über eine Rahmenkonstruktion mit einheitlicher Verbindungsschnittstelle gelöst, informations-

technisch über die OPC/UA-Schnittstelle. Dem objektorientierten Ansatz folgend, wird möglichst viel Intelligenz in die Module integriert und die prozessrelevanten Informationen über eine gemeinsam definierte Schnittstelle nach außen hin angeboten. Die Zielsetzung dabei ist, die Gesamtanlage in Zukunft durch neue Module einfach um zusätzliche Funktionalität erweitern zu können, ohne Änderungen am Gesamtsystem vornehmen zu müssen. Um beliebige Positionen bei der Rekonfigurierung zuzulassen, werden alle Module mit einem induktiven Sensor ausgestattet, der durch jeden beliebigen Moveradapter des XTS-Transportsystems ausgelöst wird. Durch eine zeitliche Synchronisierung der Module lässt sich dann deren Position mit einer ausreichenden Genauigkeit von 0,1 mm bestimmen.

**Interoperabilität:** Ein weiteres Ziel des Showcase MI5 ist es, zu zeigen wie die verschiedene „Welten“ von Automatisierungstechnik-Herstellern miteinander zusammenarbeiten können. Da in den verschiedenen Modultypen unterschiedliche Steuerungen eingesetzt werden, u.a. Beckhoff, Siemens und B&R, ist es wichtig den Systemaufbau und die Schnittstellen von vornherein klar und sauber zu definieren. Dies ermöglicht zudem eine reibungslose und parallele Entwicklung in den Modulteams.

### Fazit

Die zu entwickelnde Produktionsanlage im Showcase MI5 soll den abstrakten Prozess des Engineerings (be)greifbar machen. Mit dem Einsatz modernster Technologien wird eine modulare und intelligente Fertigungsanlage entworfen, deren Entwicklung durch die Anwendung von mechatronischen Entwicklungsmethoden unterstützt wird. Anhand unserer anschaulichen und detaillierten Dokumentation kann der gesamte Entwicklungsprozess nachvollzogen werden. Weitere Informationen unter [www.Projekt-MI5.de](http://www.Projekt-MI5.de) und natürlich auf der [sps ipc drives](http://sps ipc drives) im November (25. - 27.11.2014).

## Autoren und Kontakt



Thomas Frei  
Master Maschinenwesen  
3. Semester



Markus Händl  
Diplom Mechatnik- u.  
Informationstechnik



Oliver Wangler  
Master Maschinenwesen  
2. Semester



ITQ GmbH  
Parking 4  
D-85748 Garching b. München  
Tel. + 49 89 32198174  
Fax + 49 89 32198189  
[wangler@itq.de](mailto:wangler@itq.de)