

*FORCAM – We Deliver Results in Productivity.*

# DIE VORTEILE EINER IIOT-PLATTFORM

*Warum ein MES keine Zukunft mehr hat*

CASE STUDY | OCT 2018

<i>IloT versus MES</i>	3
<i>Fat-Clients vs. Web-Apps</i>	4
<i>Vorteile einer IloT-Plattform</i>	5
<i>Universal Shopfloor Connectivity</i>	6
<i>Konfiguration durch Workflows</i>	7
<i>Fallbeispiel Werkzeugverwaltung</i>	7
<i>Fallbeispiel Feinplanung und Steuerung</i>	8
<i>Open API</i>	9
<i>Kontakt</i>	10

“ Wo FORCAM FORCE mit dem steuerungs- und maschinenabhängigen Konnektor in Betrieb ist, erhält unser Werkzeugverwaltungssystem mit **minimalem Integrationsaufwand alle notwendigen Werkzeuginformationen in Echtzeit** für die Planung aus der Werkzeugmaschine. ”

---

Dr. Thomas Mücke,  
TDM Systems

## Einleitung

Der etwas sperrige Begriff Industrial Internet of Things (IIoT) wirft die Frage auf, was darunter zu verstehen ist und welchen Nutzen produzierende Unternehmen durch den Einsatz einer IIoT-Plattform haben. Unter dem Internet of Things (IoT) wird die Anbindung beliebiger Geräte des Alltags an das Internet verstanden, sodass diese in einer für den Menschen nützlichen Weise miteinander kommunizieren können. IIoT ist die industrielle Konkretisierung dieser Zielsetzung. Hier werden Maschinen, Produktionsanlagen und alle IT-Systeme eines Produktionsbetriebs miteinander vernetzt, um dadurch Ressourceneffektivität und Effizienz zu maximieren. Industrial Internet bedeutet, dass die dazu erforderliche Anbindung der Maschinen und Produktionsanlagen auf Basis etablierter Internettechnologien zu erfolgen hat. Anwendungsprogrammierschnittstellen (engl. Application Programming Interface, API), welche dies in idealer Weise leisten, werden als Restful Webservices bezeichnet [1]. Werden solche Webservices zudem offen und für jeden zugänglich im Internet dokumentiert, spricht man von einer Open API.

Auf der Homepage der Open API Initiative findet man alle namenhaften amerikanischen Softwareunternehmen [2]. Die Unternehmen haben erkannt, dass ihre eigenen Anwendungen für Kunden einen viel größeren Nutzen bringen, wenn sie mit anderen Anwendungen – auch denen der Wettbewerber – kommunizieren können, d. h. uneingeschränkt Daten austauschen können.

Der praktische Nutzen einer IIoT-Plattform erschließt sich am einfachsten durch eine Gegenüberstellung mit dem aus den 1990er Jahren stammenden Gegenentwurf, dem Manufacturing Execution System (MES).

## IIoT versus MES

Mit der Einführung einer Maschinen- und Betriebsdatenerfassung (MDE/BDE) verfolgen produzierende Unternehmen in der Regel das Ziel, dass die in der Produktion erfassten Daten allen Anwendungen innerhalb des Produktionsbetriebs zur Verfügung stehen. Bei einem Manufacturing Execution System (MES) ist das nicht der Fall. Kennzeichnend für das MES ist es, Erfassungssysteme (MDE, BDE) und die darauf operierenden Anwendungen innerhalb eines monolithischen Systems, dem MES zu implementieren. Drittsystemen wird in dieser Weise der Zugriff auf die in der Produktion erfassten Daten verweigert.

Infolgedessen sind die im MES erfassten Daten für den produzierenden Betrieb in jeder anderen Verwendung als der innerhalb des monolithischen Systems wertlos. Daraus resultiert eine vollkommene Abhängigkeit von dem jeweiligen MES-Systemhaus. Denn nahezu alle IT-Anwendungen im Bereich der Produktion operieren auf Daten der Produktion. Hierzu zählen unter anderem Anwendungen im Bereich der Auftragsfeinplanung, Fertigungssteuerung, Personaleinsatzplanung, Werkzeugverwaltung oder Systeme für das Qualitätsmanagement. Diesbezüglich stehen dem produzierenden Betrieb nur die vom jeweiligen MES-Systemhaus angebotenen Lösungen zur Verfügung.

*„Ein MES ist ein in sich geschlossenes System, das zu einer Herstellerabhängigkeit führt.“*

# FAT-CLIENTS VS. WEB-APPS

Durch den privilegierten Zugang zu den im MES erfassten Daten schützt das MES-Systemhaus seine hauseigenen Anwendungen vor dem Wettbewerb mit marktgängigen Best-in-Class Produkten. Dies geschieht jedoch zum Nachteil der Anwender, denen der Einsatz heutiger und zukünftiger Spitzentechnologie im Bereich des Smart Manufacturing dadurch verwehrt wird. Aus der vollkommenen Herstellerabhängigkeit resultiert für das produzierende Unternehmen zudem ein enormes Investitionsrisiko, verbunden mit hohen Transaktionskosten [3, 4].

IIoT-Plattformen wurden dazu konzipiert, die mit dem MES verbundene Herstellerabhängigkeit aufzulösen. Eine IIoT-Plattform gewährleistet den uneingeschränkten Zugriff auf die in der Produktion erfassten Daten. Hierzu ist eine strikte Trennung zwischen den Erfassungssystemen der IIoT-Plattform und den darauf operierenden Anwendungen unabdingbar. Der wechselseitige Datenaustausch zwischen allen Systemkonstituenten geschieht über offen dokumentierte Webservices auf Basis gängiger Internet-technologien (Open API). Die folgende Abbildung illustriert dies am Beispiel von FORCAM FORCE™ Bridge. Unabhängig vom jeweiligen Hersteller haben alle Anwendungen gleichberechtigten Zugriff auf die in der IIoT-Plattform erfassten Produktionsdaten.



FORCAM FORCE IIoT Plattform mit offenen Webservices (Open API)

## Fat-Clients vs. Web-Apps

MES sind durch eine Reihe weiterer Zugriffsbarrieren gekennzeichnet. Die Informationen, die aus den Maschinen und den Rückmeldungen des Fertigungspersonals gewonnen werden, stehen dem produzierenden Betrieb zunächst gar nicht zur Verfügung, sondern nur dem MES-Systemhaus. Für den Zugriff auf die erfassten Daten muss dessen Anwendungsumgebungen auf einem Personal Computer oder Industrietterminal installiert und pro Installation lizenziert werden. Da diese sogenannten Fat Clients, die zur Ausführung der MES-Anwendungen unverzichtbar sind, in der Regel nicht auf beliebigen mobilen Endgeräten installiert werden können, ist der Zugriff auf die Daten des MES zudem ortsgebunden. Besonders kontraproduktiv sind die ortsgebundenen Shop Floor Terminals des MES, da sie zusätzliche Wege verursachen [3].

Dies betrifft in besonderem Maße das Instandhaltungspersonal, das nach jeder geplanten und ungeplanten Instandhaltungsmaßnahme eines der hierfür auf dem Betriebsgelände bereitgestellten Industrietterminals aufsuchen muss, um Meldung zu erstatten. Solche unnötigen Wege widersprechen dem Lean Prinzip, überflüssige Tätigkeiten zu vermeiden und fördern nicht gerade die für das Shop Floor Management so erfolgskritische Akzeptanz der Mitarbeiter. Dagegen erlauben die mobilen Shop Floor Assistenten einer IIoT-Plattform jederzeitige Rückmeldungen am Ort des Geschehens. Wie alle Anwendungen einer IIoT-Plattform werden auch diese als Web-Apps (Slim Clients) in beliebiger Anzahl zur Verfügung gestellt.

# VORTEILE EINER IIOT-PLATTFORM

Web-Apps ermöglichen die flexible Darstellung von Informationen zu jeder Zeit, auf jedem Endgerät und an jedem Ort innerhalb eines Unternehmens. Installations- und Konfigurationsaufwände sowie Lizenzkosten, die bei den ortsgebundenen Shop Floor Terminals des MES mit der Anzahl der Endgeräte förmlich eskalieren, entfallen dadurch vollständig.

**VORSICHT! FALLE!**



## IloT-Plattform

Smart Manufacturing mit Best-In-Class Apps. Zugang zu heutigen und zukünftigen Spitzenlösungen im Bereich des Smart Manufacturing.

Open API gestattet Anwender den vollen Zugriff auf Ihre Maschinen- und Betriebsdaten und diese steuern den Zugriff selbst.

Open API ermöglicht die Integration der Betriebsdaten in alle Systeme des Unternehmens - der Schlüssel für höhere Produktivität, Ressourceneffizienz und niedrigere Kosten.

Werkzeugdatenmanagement mit Unterstützung von CNC Maschinen. Integration von Fertigung und Entwicklung; keine redundante Datenpflege in verschiedenen Systemen.

Web-Apps ermöglichen die flexible Darstellung von Informationen zu jeder Zeit, auf jedem Endgerät und an jedem Ort innerhalb des Unternehmens. Mobile Shop Floor Terminals als Web-Apps.

Investitionssicherheit und Flexibilität, da eine IloT Plattform offen gegenüber Drittsystemen ist und jede Smart Manufacturing App herstellerunabhängig mit allen erforderlichen Informationen versorgt.



FORCAM FORCE Web-Apps, die sich je nach Bedarf kombinieren lassen können

## Manufacturing Execution System

Nur selbstgestrickte Lösungen des jeweiligen MES-Anbieters. Nutzung von Best-In-Class Apps nicht möglich.

Abgeschlossene Datensilos: Anwender können nur über lizenzierte Herstellerprogramme auf ihre Maschinen- und Betriebsdaten zugreifen. Drittsystemen wird der Zugriff verwehrt.

Datensilos widersprechen dem Konzept der Industrie 4.0 und Smart Factory - einer smarten, digital vernetzten Produktion über Werke und Werstore hinweg.

Werkzeugdatenmanagement nur mit Hausmitteln des jeweiligen MES-Anbieters möglich. Daten werden nicht an das CAM-System oder PLM-System übergeben (doppelte Datenpflege).

Ortsgebundene Shop Floor Terminals, die infolge von Installations- und Konfigurationsaufwänden sowie Lizenzkosten oft nur in limitierter Anzahl zur Verfügung stehen.

Die Betriebs- und Maschinendatenerfassung in einem MES führt Kunden in die Herstellerabhängigkeit und in eine technologische Sackgasse. Hohes Investitionsrisiko und hohe Transaktionskosten.

Eine modularere Systemarchitektur mit einer losen Kopplung der Systemkomponenten gilt im Software Engineering seit jeher als ein guter Architekturstil. Darum reden auch MES Hersteller von einem „modularen Aufbau“ ihres MES. Solange die Schnittstellen zwischen jenen Modulen nicht offengelegt sind, kann diese Aussage weder überprüft werden, noch kann der Anwender einen Nutzen daraus ziehen. Dasselbe gilt für Aussagen über den Einsatz von Webservices.

Doch selbst wenn eine strikte Trennung von Erfassungssystem und Anwendungen auf Basis von Webservice-Schnittstellen erfolgt und diese offen im Internet dokumentiert sind, können weitere Zugriffsbarrieren dazu führen, dass der Anwender davon keinen Nutzen hat. Bei solchen Zugriffsbarrieren handelt es sich typischerweise um Abweichungen von den in ähnlichem Kontext gewöhnten Technologien, Konzepten und Methoden – seien sie fachlicher oder technischer Natur. In einer IIoT-Plattform folgen Webservices einem Ressourcenorientierten Architekturmodell (REST), das auf Basis von HTTP implementiert und mit Swagger dokumentiert ist [2, 5]. Dabei handelt es sich um etablierte De-facto Standards, welche die strukturelle Interoperabilität der verschiedenen Anwendungssysteme innerhalb eines Produktionsbetriebs gewährleisten.

*FORCAM FORCE Bridge mit vorinstallierten Plug-Ins für die einfache Maschinenanbindung*



## Universal Shopfloor Connectivity

Gleichwohl ist die Einführung einer echten IIoT-Plattform ebenfalls mit gewissen Transaktionskosten verbunden, auch wenn diese um ein Vielfaches geringer sind als bei einem MES. Schließlich muss die IIoT-Plattform zunächst dahingehend analysiert werden, ob deren Open API tatsächlich alle in der Produktion erfassten Daten vollständig zur Verfügung stellt. Ferner kann die semantische Interoperabilität aller IT-Systeme mit der IIoT-Plattform gewisse Aufwände erfordern. Die Ursache dafür liegt darin, dass manche der im Betrieb eingesetzten Drittsysteme die Daten eventuell vollkommen anders aufbereitet benötigen, als sie durch die API dargeboten werden. Derartige Aufwände sind bei einer vom Hersteller vorgegebenen API unvermeidbar. Vor dem Hintergrund dieser Problematik wurde Universal Shop Floor Connectivity als fester Bestandteil von FORCAM FORCE™ Bridge entworfen. Das Modul gibt produzierenden Unternehmen die Möglichkeit, alle im Betrieb erfassten Daten über frei konfigurierbare Webservice auf nahezu beliebige Weise, d.h. unabhängig von den durch die API vorgegebenen Zugriffsmethoden, nach außen zu geben. Dadurch entfallen Transaktionskosten vollständig. Die zur Integration von Drittsystemen nötigen Aufwände werden ebenfalls signifikant reduziert, weil die semantische Interoperabilität per Konfiguration seitens der IIoT-Plattform erreicht wird.

## Konfiguration durch Workflows

Organisatorische Interoperabilität muss durch die übergreifende Festlegung adäquater Prozesse und Workflows sichergestellt werden. Das setzt eine entsprechende Flexibilität des Gesamtsystems in Hinblick auf die Prozesskonfiguration voraus. Aktionen des Fertigungspersonals werden in FORCAM FORCE™ entsprechend in frei konfigurierbaren Workflows verarbeitet. Dazu stellt FORCAM FORCE™ Bridge das Modul Workflow Control zur Verfügung. Eine Rule Engine integriert und verdichtet alle Datenströme zu plausibilisierten und aus fachlichen Gesichtspunkten aussagekräftigen Informationen. Die aufbereiteten Informationen werden von der Rule Engine in der Datenbank persistiert und zur eigenen Weiterverarbeitung vollständig in einem lokalen Cache, d. h. in Memory vorgehalten. Complex Event Processing ermöglicht, dass diese Verarbeitungsprozesse auch mit extrem großen Datenmengen, wie sie bei einer werksübergreifenden Maschinen- und Betriebsdatenerfassung zu bewältigen sind, in Echtzeit ausgeführt werden.

## Fallbeispiel Werkzeugverwaltung

In der zerspanenden Fertigung mit CNC Werkzeugmaschinen lassen sich durch den Einsatz moderner Systeme zur Werkzeugverwaltung (engl. Tool Data Management, TDM) enorme Effizienz- und Kostenvorteile erzielen. Als eines der Bindeglieder zwischen Produktentwicklung, Produktionsplanung und Produktion unterstützen sie ein durchgehendes Product Lifecycle Management (PLM). Best-in-Class Lösungen demonstrieren bereits seit vielen Jahren, wie durch die digitale Vernetzung über den Produktlebenszyklus hinweg eine maximale Prozesseffizienz erreicht werden kann. In der Konstruktions- und Vorbereitungsphase werden CAD-/CAM- und

Simulationssysteme direkt mit validen 2D- und 3D-Modellen der Komplettwerkzeuge versorgt. Die exakten 3D-Werkzeugmodelle werden in der Simulation zur Kollisionserkennung und Darstellung des Materialabtrags verwendet, wodurch im späteren Bearbeitungsprozess Fehler und Komplikationen vermieden werden können. Dem ERP-System werden neben dem Materialstamm für Werkzeuge auch Beschaffungsanforderungen übermittelt. Dies gestattet die Reduzierung von Kosten durch ein verbrauchsorientiertes und vorausschauendes Bestellmanagement. Die Fertigungsplanung erhält zuverlässige Informationen über die Verfügbarkeit der Werkzeuge, woraus eine höhere Planungssicherheit resultiert. In der Produktion selbst werden Voreinstellgeräte (Presetting) mit Solldaten versorgt, woraufhin die Korrekturdaten via Distributed Numeric Control (DNC) an die CNC Maschinen übertragen werden.

Das Werkzeug- und Betriebsmittelmanagement innerhalb eines MES leistet keine dieser Funktionen, sondern führt dazu, dass Werkzeugdaten in verschiedenen Systemen gepflegt und wechselseitig abgeglichen werden müssen. Ein MES ist zwar in der Lage, anhand der erfassten Betriebs- und Maschinendaten die Standzeiten der Werkzeuge zu ermitteln; dessen Betriebsmittelverwaltung kann diese jedoch technologisch nicht verwerten. Externen Systemen, welche dazu imstande sind, werden die im MES gesammelten Daten aus der Produktion weitestgehend vorenthalten.

Wo dagegen FORCAM FORCE™ im Einsatz ist, haben Drittsysteme jeder Art vollen Zugriff auf Betriebsdaten, Maschinendaten, Qualitätsdaten und Prozessdaten.

TDM-Systeme werden mit allen notwendigen Informationen nicht nur aus der Produktion, sondern aus dem gesamten IT-Umfeld versorgt. Erfolgt eine Änderung der Fertigungsplanung in einem an FORCAM FORCE™ angebundenen Fertigungsleitstand, löst die IIoT-Plattform die entsprechenden Kommissionierungsaufträge im TDM-System aus. Umgekehrt werden Systeme zur Fertigungsplanung und -steuerung mit Informationen über die Verfügbarkeit der Werkzeuge versorgt. Darüber hinaus werden dem Fertigungspersonal die Werkzeuge zu jedem Arbeitsvorgang direkt im Shop Floor Terminal angezeigt. Per DNC führt FORCAM FORCE™ die jeweils aktuelle Version des für einen Arbeitsvorgang benötigten NC-Programms der Maschinensteuerung aus. Dabei wird sichergestellt, dass nur freigegebene NC-Programme an die Maschine übertragen werden. Korrekturen seitens des Fertigungspersonals werden versioniert und dem PLM-System zurückgegeben, ebenso die beim Tracing ausgelesenen Technologiedaten. Das PLM-System speichert daraufhin den digitalen Zwilling des Produktes mit den aktuellen Prozessdaten, welcher somit auch dem CAQ-System bis zum Ende des Produktlebenszyklus zur Verfügung steht.

## *Fallbeispiel Feinplanung und Fertigungssteuerung*

Um den Vorteil einer IIoT-Plattform an einem weiteren Fallbeispiel zu verdeutlichen, sei die Auftragsfeinplanung und Fertigungssteuerung betrachtet. In einem MES kann der Fertigungsplaner Stunden vor einer Plantafel verbringen, das Planungsszenario mit diversen Planungsvarianten simulieren, das Ergebnis nochmal nach diesem oder jenem Parameter optimieren; am

Ende hat das noch so optimierte Planungsszenario mit der Realität nichts zu tun, weil mit einfachen Durchschnittszeiten geplant wird. Da eine derartige Planung schon nach kurzen Zeitintervallen hinfällig ist, kreierten MES-Experten Workarounds wie „Short Interval Technology“, die dem Planer das Überarbeiten der Feinplanung mehrfach innerhalb einer Schicht abverlangen. Unverbesserliche MES-Protagonisten vermarkten solch unzumutbaren Aufwand für den Fertigungsplaner sogar heute noch als eine „Steuerung in Echtzeit“. Was auch immer unter Echtzeit zu verstehen sein möge; eine Feinplanung, die noch nicht einmal für die nächste Schicht Stabilität und Planungssicherheit garantiert, ist der Mühe nicht wert.





Längst schon können Anwender einer IIoT-Plattform die Betriebsdaten über offene Schnittstellen mit jeder auf dem Markt verfügbaren proprietären oder freien Anwendung analysieren. Stillstandgründe der Vergangenheit können für einzelne Arbeitsplätze oder Materialien auf Trends untersucht werden, um damit zuverlässige Prognosen über die zu erwartende Bearbeitungsdauer einzelner Aufträge und Vorgänge für die Zukunft zu gewinnen. Modernste Techniken im Bereich der Big Data Analyse liefern so die Datenbasis für eine realistische und über einen größeren Zeitraum stabile Auftragsfeinplanung. Das Planungsergebnis für den jeweiligen Planungshorizont kann in einer Plantafel eingesehen, ggf. modifiziert und freigegeben werden.

Der Planer verbringt seine Zeit nicht vor der Plantafel, sondern wird alarmiert, wenn unerwartete Verzögerungen seinen Eingriff verlangen. Terminüberschreitungen können mit einer Vorlaufzeit von Wochen zuverlässig prognostiziert werden. Dem Planer bleibt somit genügend Zeit, drohenden Verspätungen zuvorzukommen. Unterstützung erhält er dabei durch einen Optimierungsvorschlag, welcher wahlweise in der Plantafel modifiziert oder einfach übernommen werden kann.

Verweise:

- [1] Fielding, R.: "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures". Dissertation, University of California, Irvine, 2000.
- [2] Internetpräsenz der Open API Initiative. Online verfügbar unter: <https://www.openapis.org/>
- [3] Jost, J. et al.: „Der Mensch in der Industrie - Innovative Unterstützung durch Augmented Reality“. In: Handbuch Industrie 4.0 Bd.1. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, S. 153-174, 2017.
- [4] Sinsel, A., Bangert, C., Stoldt, J., & Büttner, T.: „Wirtschaftlichkeitsbewertung der Smart Factory“. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, ZWF 112 (2017) 9. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.
- [5] Fielding, R. et al.: "Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1", 1999. Online verfügbar unter: <https://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616.html>

*„Durch Open API können wir unseren Kunden zu allen Anforderungen des Manufacturing Operation Managements ein viel größeres und kundenindividuell passendes Leistungsspektrum anbieten. Unsere Mission ist schließlich nicht der Verkauf von möglichst vielen selbstgestrickten Softwarelösungen, sondern die Produktivität unserer Kunden nachhaltig zu steigern. Wenn uns andere Marktteilnehmer mit ihren Leistungsangeboten in diesem Ziel unterstützen, können wir diese nicht als Wettbewerber, sondern nur als Partner sehen. BRIDGE API ist quasi das technologische Manifest dieser Einsicht.“*

**Franz E. Gruber,**  
Geschäftsführer FORCAM



## FORCAMEU

FORCAM GmbH (HQ)  
An der Bleicherei 15  
88214 Ravensburg  
Deutschland  
TELEFON: +49 751 36669-0  
TELEFAX +49 751 36669-88

## FORCAMUK

FORCAM LTD  
Unit 6 Eastlands Court  
ST. Peter's Road  
Rugby CV21 3QP  
United Kingdom  
PHONE +44 1788 247123

## FORCAMUS

FORCAM Inc.  
4030 Smith Rd., Suite 475  
Cincinnati, OH 45209  
USA  
PHONE: +1 844 236-7226

## FORCAMCN

FORCAM China  
Suite 1008 Eton Place  
No. 69 Dongfang Road  
Pudong, 200120 Shanghai, China  
P: +86 21 6859 6106



“If you cannot measure it, you cannot improve it.”

Lord Kelvin

FORCAM ist der internationale Spezialist für die Smart Factory: Das Unternehmen liefert Konzernen und dem Mittelstand die technologisch führende Produktionssoftware für die Industrie 4.0. Zu den Kunden zählen AIRBUS, AUDI, BMW, BORGWARNER, DAIMLER, KUKA, MANN+HUMMEL, MSR TECHNOLOGIES, NATIONAL OILWELL VARCO, PRATT&WHITNEY, SCHAEFFLER, WEIR MINERALS. Sie steigern ihre Produktivität um bis zu 30 Prozent und mehr. FORCAM mit Sitz in Ravensburg ist auch in den USA und China vertreten.