

White Paper (Rev.2.0)

## Werkzeugverwaltung mit RFID für Spritzgießer Ein Schritt zu Industrie 4.0



## **Inhalt**

Was Industrie 4.0 bedeutet	3
Zielsetzung	4
Grundlagen und Begriffe	
MES-Systeme	5
Maschinendatenerfassung (MDE)	6
Werkzeugverwaltung – Life-Cycle-Management	6
Instandhaltung	6
Einsparpotenzial – ROI	6
Rüstzeitoptimierung	7
Kreislauf eines Spritzgießwerkzeuges	7
Anwendungsbeispiel	8
Problem	8
Lösung	9
Zusammenfassung	11
Biographie des Autors	12
Firmenprofil	12
Kontakt	12
Literaturhinweis	12

## Was Industrie 4.0 bedeutet

Die Begriffe Industrie 4.0, Big-Data und das Industrielle Internet der Dinge (**IIoT Internet of Things**) sind heute in aller Munde. Sie beschreiben die **intelligente Vernetzung** verschiedenster Bereiche in der Industrie.

So tauschen in Produktion und Logistik beispielsweise Maschinen, Lagersysteme und Betriebsmittel Informationen untereinander aus und können **selbstständig** Aktionen auslösen.

## Aber was bedeutet Industrie 4.0 in der Praxis bei alltäglichen Anwendungen?

Es sind oft Kleinigkeiten, eingefahrene Pfade, über die man sich kaum Gedanken macht, die einem aber das tägliche Leben schwermachen können. Vieles könnte man heute aber bereits bequemer lösen.

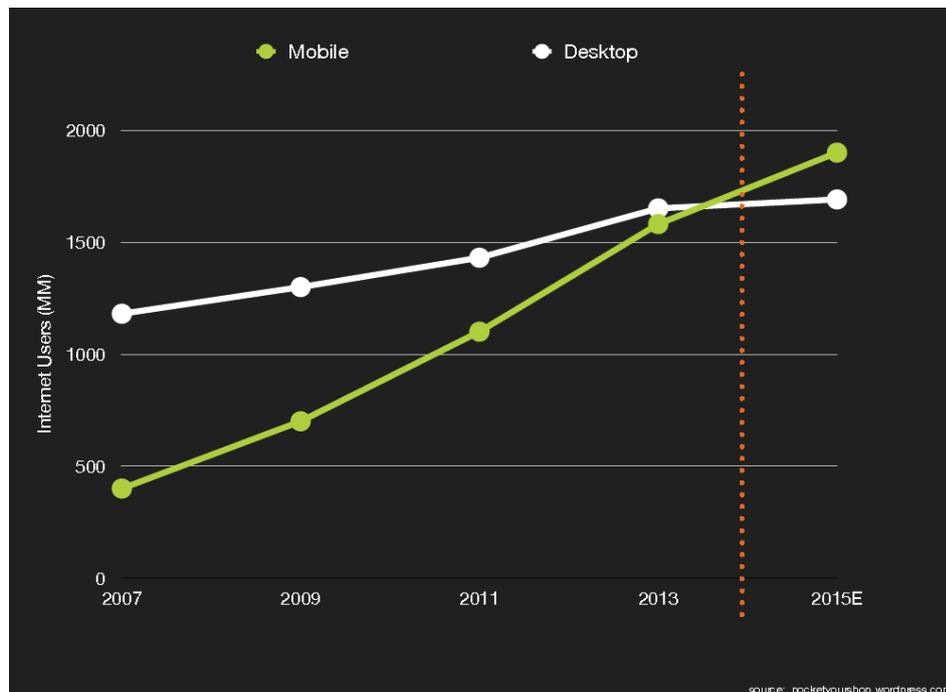
Dinge, die man im privaten Leben heute als selbstverständlich akzeptiert, wie z. B. papierloses Fliegen und mobiler Check-in mithilfe des Smartphones oder die 1-Klick-Bestellung beim Online Einkauf, sind bequem und können bereits als Standard bezeichnet werden.

Bei modernen PKW gehört es heute schon zum Standard, dass sich das Fahrzeug meldet, wenn ein Service oder Ölwechsel anstehen. Dies natürlich in Abhängigkeit von Fahrstil und Nutzungsverhalten statt anhand des reinen Kilometerstands. Und so werden diese Daten bereits automatisch zum Hersteller bzw. zur Servicewerkstatt übertragen. Wenn manchem von uns diese Transparenz schon etwas zu weit gehen mag, so stellt sich die Situation in der industriellen Produktion anders dar. Hier geht es um große Summen und um Wettbewerbsfähigkeit. Und eine solche Transparenz zahlt sich auf jeden Fall aus.

Die Tragweite von „Smart-Home“, zu dem neben der Licht-, Heizungs- und Jalousiesteuerung auch der selbst nachbestellende Kühlschrank gehört, können wir heute noch nicht abschätzen.

Klar ist jedoch, dass jetzt schon im Consumerbereich der Tablet-PC und das Smartphone nicht mehr wegzudenken sind, obwohl bei Apples Einführung des iPads im Jahr 2010, vor gerade mal fünf Jahren, viele nicht glaubten, ohne Tastatur auszukommen und es nur mit dem Finger zu bedienen.

Bereits heute sind mehr User mit Wischbewegungen mobil im Internet unterwegs als am Desktop-Computer. Damit die industrielle Fertigung nicht von diesen Trends abgehängt wird, müssen wir uns damit intensiv beschäftigen.



Quelle: EuroIA — Brussels, September 25-27 alberta soranzo | @albertatrebla | wearefriday.com

## Ziel des Whitepapers

In diesem Whitepaper soll am Beispiel der Kunststofffertigung mit Spritzgießmaschinen beschrieben werden, wie Industrie 4.0 auf recht einfache Weise Einzug in die Produktion finden kann, die Prozesse effizienter macht und damit Kosten minimiert.

Effizienz bedeutet dabei aber nicht nur eine reine Datenerfassung, um letztlich zu wissen, wie viele Teile produziert wurden, sondern täglich sicherzustellen, dass die geplante Kapazität auch tatsächlich ausgeschöpft wird und die vorhandenen Ressourcen optimal genutzt werden.

Weiterhin soll auch eine einfache Inventarisierung sowie eine bessere und schnellere Lokalisierung der Werkzeuge ermöglicht werden.

Die bei der Herstellung von Kunststoffteilen eingesetzten Formen und Werkzeuge sind meist sehr komplex und teuer. Sie unterliegen Verschleiß und Verschmutzung und sie bedürfen regelmäßiger Pflege, Reinigung und Wartung. Diese Pflege wird leider oft mangels Zeit und dem verbundenen Aufwand vernachlässigt, ebenso die Dokumentation der Werkzeugdaten, die häufig aufwändig handschriftlich in Werkzeugbüchern dokumentiert werden müssen. Überdies sind diese manuellen Vorgänge auch fehlerbehaftet und führen zu Problemen beim Rüsten bis hin zum Werkzeugbruch.

Diesen Aufwand für eine manuelle Dokumentation gilt es zuerst einmal zu verringern bzw. zu automatisieren, was mit Hilfe von RFID-Datenträgern heute kein Problem mehr ist.

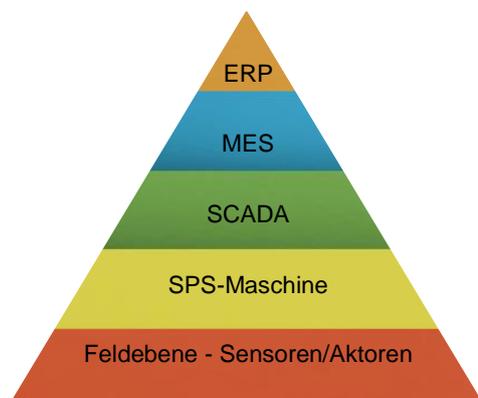
Solche Datenträger, das „Gedächtnis“ des Werkzeugs, sind heutzutage mit einem handelsüblichen Smartphone mit NFC (Near Field Communication) lesbar und machen aus jedem Werkzeug eine „Smart-Mold“.

Eine automatisierte Werkzeugverwaltung von Spritzgießwerkzeugen in der Fertigung erleichtert zudem eine vorbeugende Instandhaltung, reduziert damit den unerwarteten und zudem kostspieligen Produktionsausfall und macht damit die Planung der vorhandenen Ressourcen genauer. In der Regel sind solche Lösungen mittels MES-Software aber nur für neuere, vernetzte Maschinen nutzbar und oft herstellerspezifisch.

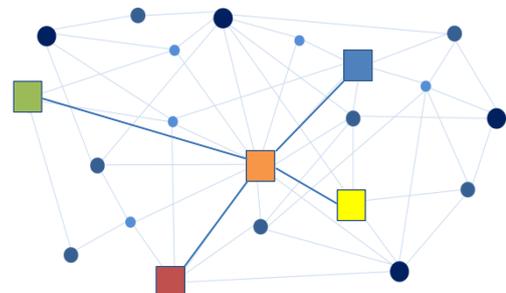
Die im Folgenden beschriebene Möglichkeit soll eine universelle, herstellerunabhängige und nachrüstfähige Lösung ohne Eingriff in die Maschinensteuerung aufzeigen.

Dabei handelt sich nicht um eine Insellösung, sondern um ein zukunftsfähiges, modular erweiterbares Konzept, an dessen Ende eine umfangreiche Lean-Production-Lösung stehen kann.

## Automationspyramide und vernetztes Modell



Klassische hierarchische Kommunikationsstruktur



Durchgängige Kommunikationsstruktur – Industrie 4.0

## Grundlagen und Begriffe

### MES-Systeme

Grundlage für moderne Fertigungsplanung und Steuerung sind MES-Systeme (Manufacturing Execution System), die dafür sorgen, dass zum Beispiel der Maschinenpark effizient ausgelastet ist und die Produktionsmengen planmäßig gefertigt werden.

Weiterhin werden Daten des Fertigungsprozesses, die auch der Qualitätssicherung dienen, erfasst und verwaltet. Solche Daten sind beispielsweise bei regelmäßig durchgeführten Audits unerlässlich.

Einige Maschinenhersteller bieten proprietäre Lösungen an, die dann sinnvoll sind, wenn der Maschinenpark homogen und überwiegend aus Maschinen eines Herstellers besteht. Wenn aber Maschinen verschiedener Hersteller und darunter auch ältere Maschinen im Einsatz sind, eignen sich eher Lösungen, die herstellerunabhängig arbeiten.

Ein MES-System ist ein komplexes Instrument, das umfassende Funktionen bietet, die von Anwendern aber vielfach gar nicht in vollem Umfang genutzt werden.

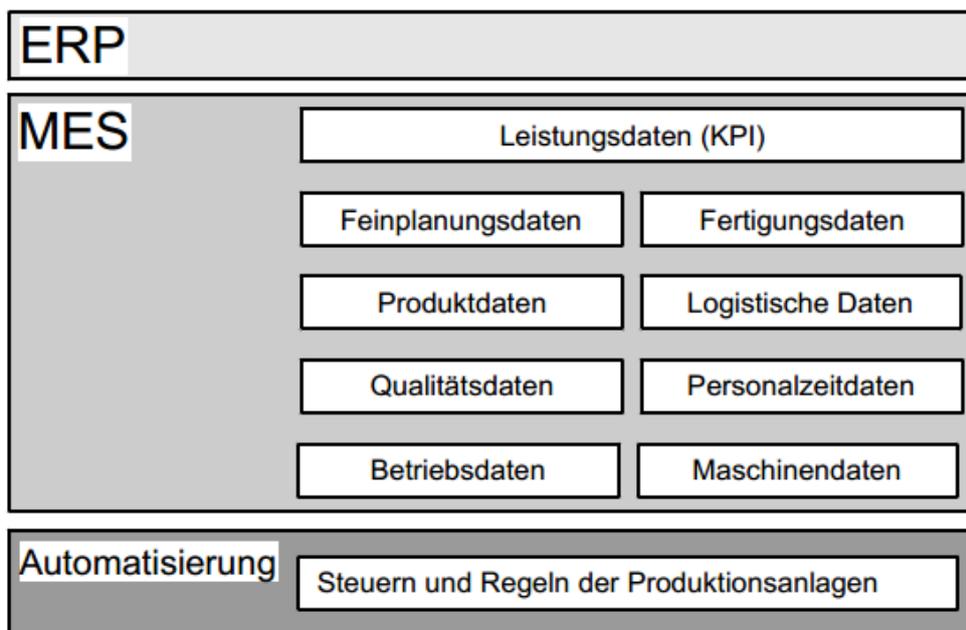
Eine Einführung muss gut geplant sein. Denn sie bedeutet eine signifikante Investition, bei der eine langfristige Kosteneinsparung zweifellos möglich, jedoch das gesamte Einsparpotenzial nicht einfach darzustellen ist.

Einsparungen, die durch MES und damit einer schlanken Produktion (Lean Production) erreichbar sind, setzen sich aus vielen unterschiedlichen Komponenten zusammen. Darunter fallen in erster Linie geringere Durchlaufzeiten und weniger Ausschuss, effizientere Maschinennutzung, Rüstzeitoptimierung, um nur einige zu nennen.

Eine transparente Fertigung, in der IT-Systeme, BDE (Betriebsdatenerfassung), Material- und Auftragsplanung mittels ERP (Enterprise Resource Planning) mit dem Shop-Floor-Management (MES) bis hin zur Logistik vernetzt sind, ist durchaus möglich.

Mittlerweile existieren sogar standardisierte Kennzahlen (KPI-Key Performance Indicators), die im VDMA-Einheitsblatt 66412-1 aufgeführt sind und nun in die internationale ISO 22400-2 übertragen wurden.

Darunter sind z.B. Nutzgrad, Rüstgrad, technischer Leistungsgrad, die Maschinen- und Personalbelegung, Ausschussquote, Ausbringquote und die Gesamt Anlagen Effektivität GAE beschrieben (Overall-Equipment-Effectiveness - OEE).



**Bild 1: Manufacturing Execution System (MES) im Umfeld von Enterprise Resource Planning (ERP) und Produktionsautomatisierung**

Quelle: VDMA-Einheitsblatt 66412-1

## **Maschinendatenerfassung (MDE)**

Ein einfacher erster Schritt in Richtung Industrie 4.0 ist eine automatische Erfassung von Maschinen-, Produktions- und Werkzeugdaten.

Eine zentrale Messgröße beim Spritzgießen ist die Erfassung der produzierten Schüsse. Mit der Schusszahl und den Werkzeugstammdaten lassen sich schon sehr viele Parameter ermitteln. Dies ist die Basis für das Produktgedächtnis des Werkzeugs. Der erste Schritt für eine effiziente Werkzeugverwaltung ist damit getan. Die einfache Kontrolle von Standzeiten, Reinigungs- und Wartungszyklen steht am Anfang einer soliden vorhersagbaren Instandhaltung.

Wobei hier der Ausdruck „Kontrolle“ bereits falsch ist. Vielmehr teilt das „smarte“ Werkzeug selbstständig dem Instandhalter mit, wann mit einer Reinigung bzw. Wartung zu rechnen ist. Gleichzeitig wird der Produktionsplanung signalisiert, dass ab einem bestimmten Zeitpunkt das Werkzeug für einen genau definierten Zeitraum nicht zur Verfügung steht. Diese Information wird in der Fertigungsplanung verarbeitet und – bei Bedarf – der Einsatz von Maschinen und Werkzeugen angepasst, vergleichbar mit einem Navigationsgerät, das eine alternative Route bei Verkehrsstörungen berechnet. Im Gegensatz zur präventiven Instandhaltung (preventive maintenance) liefert das Verfahren verlässliche Werte, die als Basis für eine vorausschauende Instandhaltung (predictive maintenance) dienen können. Es leistet damit nicht nur einen wichtigen Beitrag zur Kostenminimierung, sondern auch zu einem umfassenden Total Maintenance.

## **Werkzeugverwaltung – Life-Cycle-Management**

Obwohl das Inventar an Spritzgießwerkzeugen einen großen Wert darstellt und den des Maschinenparks meist bei weitem übersteigt, ist eine gut funktionierende Werkzeugverwaltung oft das Stiefkind in einem Spritzgießbetrieb. Auch Firmen, die ihre Teile an Auftragsfertiger vergeben und damit Werkzeugeigentümer sind, haben selten einen genauen Überblick über ihren Werkzeugbestand und den jeweiligen Zustand des Inventars (Asset-Tracking). Handgeschriebene Werkzeugbücher oder Werkzeugklatten, angehängte Zettel, Disketten oder USB-Sticks sind üblich, Datenbanken oder Excel-Tabellen zeichnen hier bereits einen fortschrittlichen Betrieb aus.

## **Instandhaltung**

Die teuerste Instandhaltung ist in der Regel eine Reparatur nach einem eingetretenen Schaden, mit der damit verbundenen Stillstandzeit.

Da viele Probleme sich wiederholen, kann man anhand von Erfahrungswerten, vorausgesetzt sie wurden dokumentiert, leicht abschätzen, wann ein bestimmter Fehler erneut auftreten wird.

Die Schusszahl ist dabei ein wesentlicher Faktor. Aber nicht nur die produzierte Menge ist ausschlaggebend, sondern auch Leerschüsse beim Einfahren zählen zum Verschleiß.

Ebenso ist die Anzahl der Werkzeugwechsel wichtig, beispielsweise für die Pflege der Multikupplungen.

Viele dieser Parameter können direkt am Werkzeug abgelegt werden und sind so jederzeit überall abrufbar.

Die Werkzeuge werden damit „smart“ und können diese Informationen speichern und bereitstellen.

## **Einsparpotenzial – ROI-Rechner**

Um eine Aussage zum Return-on-Investment (ROI) für eine solche Lösung treffen zu können, wurden Anwender nach ihren Einschätzungen befragt. Aus ihren praktischen Erfahrungen wurden einige Aspekte zusammengefasst und die Rahmenbedingungen bewertet.

So hängt der ROI im Wesentlichen von der Anzahl vorhandener Maschinen und Werkzeuge ab sowie der Anzahl der Werkzeugwechsel und der damit verbundenen Wartungs- und Dokumentationszeiten.

Die Einsparpotenziale resultieren demnach aus der besseren Kapazitätsplanung der Instandhaltungsabteilung und geänderten Wartungszyklen. Sie sind besser nicht zeitabhängig, sondern an Hand von tatsächlichen Produktionszahlen festzulegen.

Daraus ergibt sich in beispielhaften Anwendungen ein ROI von weniger als einem Jahr,

Natürlich erzielen gut gewartete Werkzeuge auch höhere Produktionszahlen als solche, bei denen die Pflege vernachlässigt wird.

## Rüstzeitoptimierung

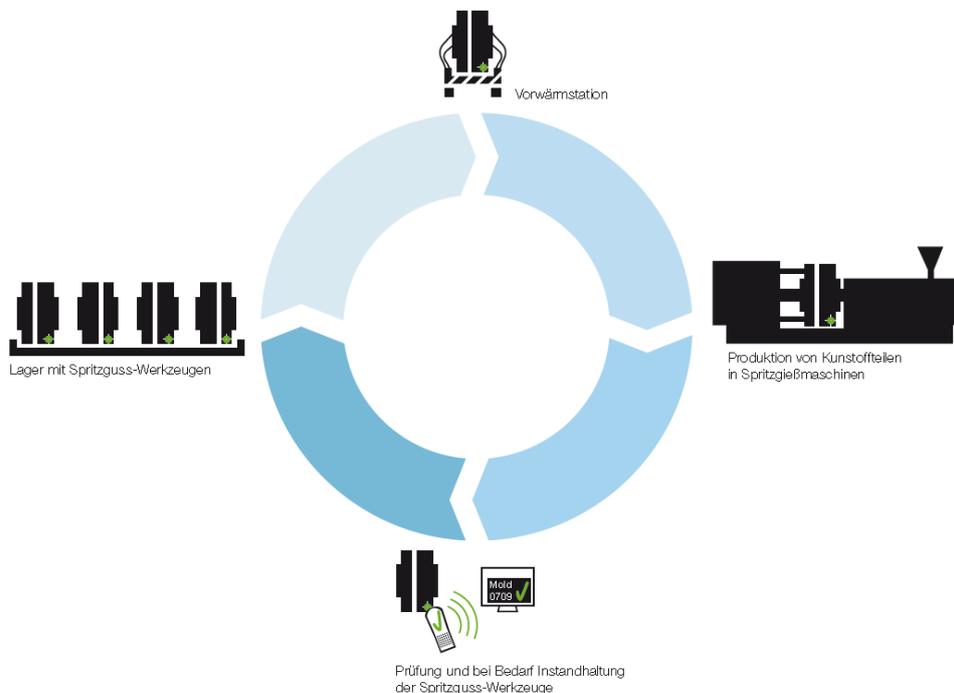
Ein sehr großer Hebel zur Kostenreduktion in der Spritzgießfertigung ist die Optimierung und Reduzierung der Rüstzeiten. Je öfter Werkzeuge gewechselt werden, desto höher ist das Einsparpotenzial.

Auch die Wartung der Werkzeuge selbst bedingt oft eine Demontage und verursacht einige Stunden Stillstand. Die Reduzierung bzw. Planbarkeit dieser Zwangspausen wirkt sich ebenso positiv auf den Produktionsablauf aus.

Mit der Einführung eines automatischen Werkzeugwechselsystems sind die Voraussetzungen für Lean-Production erfüllt.

Um bei einem automatischen Werkzeugwechsel den Einsatz des jeweils richtigen Werkzeugs und der entsprechenden Greifer des Entnahmeroboters sicher zu stellen, sind diese Komponenten oft schon mit kontaktlosen Datenträgern ausgerüstet. Es ist hier also nur ein kleiner Schritt, diese Technik noch etwas effektiver auch gleichzeitig für die Werkzeugverwaltung einzusetzen.

## Kreislauf eines Spritzgießwerkzeuges in der Produktion



Jedoch selbst ohne diesen Automatisierungsgrad kann eine automatische Wartungsüberwachung erfolgreich eingesetzt werden.

Dies zeigt das folgende Beispiel einer Spritzgießanwendung bei der das Einlegen der Teile und der Werkzeugwechsel von Hand ausgeführt wird.

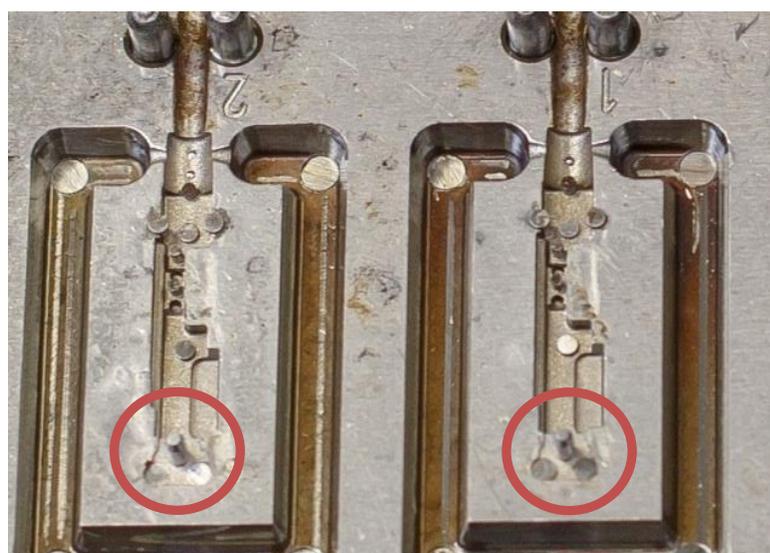
## Anwendungsbeispiel

In einer Fertigung werden Miniatur-Sensorgehäuse mit Kunststoff umspritzt. Dazu dienen als Werkzeuge zwei Kassetten, die von Hand mit den zu umspritzenden Sensoren bestückt werden und abwechselnd in einen Werkzeughalter eingeschoben werden.



## Problem

Nach einer gewissen Zeit entsteht durch Ablagerungen die Gefahr, dass die kleinen empfindlichen Passstifte am Werkzeug beschädigt werden bzw. brechen.



## Bisherige Lösung

Dieses Problem kann durch eine regelmäßige Reinigung verhindert werden. Da eine Reinigung während der Produktion aber zu einer Abkühlung des Werkzeugs führt, würde dies den Produktionsprozess stören und die Ausschussrate erhöhen. Deshalb sollte die Reinigung nur so oft wie nötig geschehen und möglichst in einer anstehenden Produktionsunterbrechung durchgeführt werden.

Daher wurde das Werkzeug jeweils nur einmal jeweils vor dem Einbau (Werkzeugwechsel) gereinigt. Da dieser Zyklus aber von der produzierten Losgröße abhängt, kann eine Reinigung zu selten (bei großen Fertigungslosen) oder aber zu oft durchgeführt werden. Die Schwankung der Losgröße liegt zwischen 1000 und mehr als 5000 Stück. Bei großen Produktionslosen wird die Reinigung daher meist nicht rechtzeitig durchgeführt. Bei kleinen Losgrößen wird oft sogar darauf verzichtet.

Ein sinnvolles Reinigungsintervall liegt erfahrungsgemäß bei zirka 3000 Schüssen.

## Neuer Lösungsansatz

Durch die Nachrüstung der RFID-Lösung werden die Schusszahl und verschiedene werkzeugspezifische Prozessparameter in einem RFID-Datenträger unverlierbar abgespeichert.

Die Erkennung, welches Werkzeug eingebaut ist, weitere Werkzeugstammdaten und die aktuelle Schusszahl wird kontinuierlich mitgezählt und im Datenträger des Werkzeugs abgespeichert.

Damit ein einfacher mobiler Zugriff über den NFC Standard möglich ist, wird ein System mit 13,56 MHz eingesetzt. Dadurch lassen sich die Werkzeugdaten jederzeit mit einem Handlesegerät oder Mobiltelefon auslesen und sind über ein Web-Interface und Webservices jederzeit online abrufbar.

Der Datenträger kann einfach am Werkzeug befestigt werden, Für die Montage des Lesekopfes stehen einfache und individuell anpassungsfähige Möglichkeiten zur Verfügung.

Als Schußzähler dient ein extern angebauter induktiver oder optischer Sensor, der an geeigneter Stelle der Maschine montiert wird. Damit kann der Nutzer ohne Eingriff in die Maschinensteuerung die tatsächliche mechanische Schußzahl erfassen.

Zur einfachen Visualisierung des Betriebszustandes dient eine frei konfigurierbare Signalleuchte.

The central screenshot shows the 'Mold-ID - Device Manager' interface with the following data:

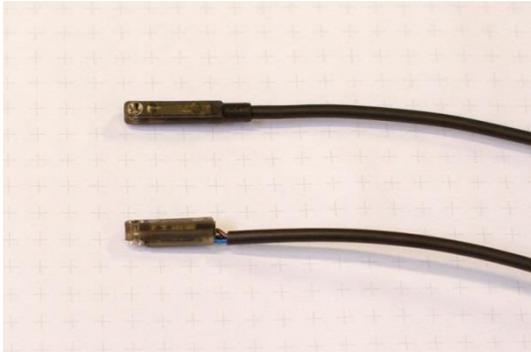
System Information		Process Life-Cycle Information	
System-ID	TestSystem	Current Count	Last Maintenance
Form-ID	Mold A	136	4/5/2014 8:00:00 PM
		Warning Level Count	Next Maintenance
		100	11/11/2014 8:00:00 PM
		Maximum Level Count	Last Action
		1000	5/6/2014 4:33:41 PM

Nach 3000 Schuss wird dem Bediener nun eine Warnung angezeigt, die dann bis 3500 Schuss schrittweise durch Farbwechsel signalisiert, dass die Warnstufe erreicht wird.

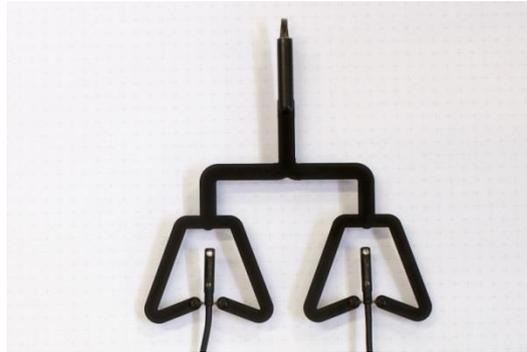
Wenn die Grenze von 3500 Schüssen erreicht ist, muss spätestens die Reinigung erfolgen. Danach wird der Zähler im Werkzeug mittels eines Handlesegeräts oder einem NFC-fähigen (Near Field Communication) Smartphone passwortgeschützt zurückgesetzt.

Sollte das Rücksetzen bzw. die Reinigung vergessen werden, wird dies durch eine rot blinkende Warnleuchte angezeigt. Optional kann bei einer Warnung eine E-Mail an den Produktionsleiter oder Einrichter versendet werden.

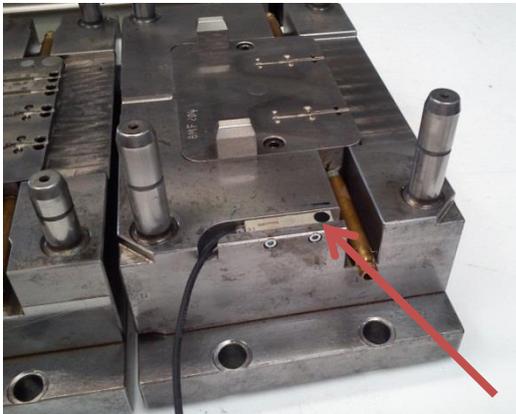
Durch LAN, W-LAN oder Powerline können alle Maschinen mit der Leitebene und einem ERP- bzw. MES-System verbunden werden. Dadurch besteht von überall direkter Zugriff auf die Daten und den Prozess.



Sensorbaugruppe (unten), fertiger Sensor (oben)



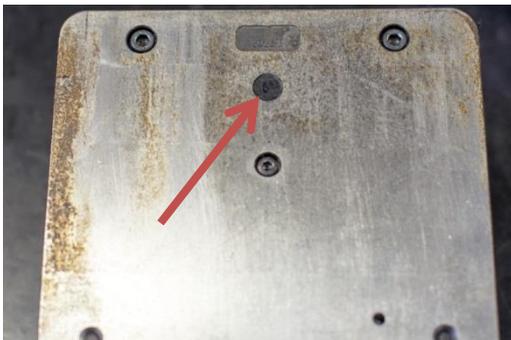
Sensoren nach dem Umspritzen



Näherungsschalter als Schusszähler



Datenträger auslesen

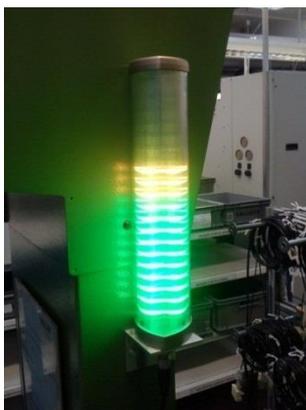


Datenträger in Werkzeugkassette



Lesekopf (Antenne) im Werkzeughalter

Durch einen schrittweisen Farbwechsel der Signalleuchte SmartLight von Grün nach Gelb kündigt sich das nächste Wartungsintervall rechtzeitig an.



## Auswerteeinheit

Die komplette Auswertung ist in einem kompakten IP-67 Gehäuse eines Feldbus-Masters untergebracht und ist mit Steckverbindern einfach anzuschließen.



## Nächste Schritte

Mit den Grundfunktionen dieser Stand-Alone Lösung ist bereits ein Zugriff über Webserver auf die Anwendung möglich oder eine Anbindung über JSON bzw. MQTT an eine Werkzeugdatenbank bis hin zu einem professionellen Werkzeugverwaltungsprogramm oder zur Fertigungssteuerung an einer Standard-MES-Software.

Damit sind Anforderungen nach einer lückenlosen automatischen Dokumentation wie sie von immer mehr Kunden gefordert werden erfüllt und auch eine Teile- oder Chargenrückverfolgung ist einfach realisierbar.

So ist mit einem überschaubaren Aufwand der Einstieg in Industrie 4.0 möglich. Weitere Ausbaustufen sind dadurch nicht verbaut, vielmehr können mit einer solchen kleinen Lösung erste Erfahrungen gesammelt werden.

Dies erleichtert den Einstieg, die Definition und Auswahl weiterer MES-Instrumente und hilft so das Risiko zu verringern in suboptimal dimensionierte Systeme zu investieren.

## Zusammenfassung

Die Werkzeugverwaltung mittels RFID ermöglicht einen störungsfreien Produktionsablauf und reduziert die Stillstandzeiten auf ein planbares Minimum. Ein Upgrade auf eine nächste Stufe in Richtung Industrie 4.0 ist möglich.

Um für jeden Anwendungsfall ein passendes System zu finden, bietet Balluff eine große Auswahl an RFID-Systemen, Anzeigeleuchten und Zubehör.

## Biographie des Autors



Manfred Münzl  
geb. 1964  
Branchenmanager Kunststoffindustrie  
Mehr als 15 Jahre Erfahrung in der Kunststoffbranche

## Firmenprofil

Die **Balluff GmbH** ist ein führender, global tätiger Sensorspezialist und Connectivity- Anbieter mit mehr als 3.000 Mitarbeitern. Das Unternehmen führt ein komplettes Sortiment an hochwertigen Sensoren, Wegmess- und RFID-Systemen sowie Industrial Networkinglösungen für alle Bereiche der Fabrikautomation. Gefertigt wird nicht nur im Stammhaus in Neuhausen a. d. Fildern in der Nähe von Stuttgart, sondern auch in weiteren acht modernen Produktionsstätten, beispielsweise in Ungarn, der Schweiz, den USA, Brasilien und China.

## Kontakt/Rückfragen

Balluff GmbH  
Schurwaldstraße 9  
73765 Neuhausen a.d.F.  
Germany  
Tel. +49 7158 173-0  
Fax +49 7158 5010  
mold-id@balluff.de

## Literaturhinweis:

Grafik Seite 3: Quelle: EuroIA — Brussels, September 25-27 alberta soranzo | The Web you were used to is gone  
Grafik Seite 5: Quelle: VDMA-Einheitsblatt 66412-1

Revision 2.0 (12/2016)