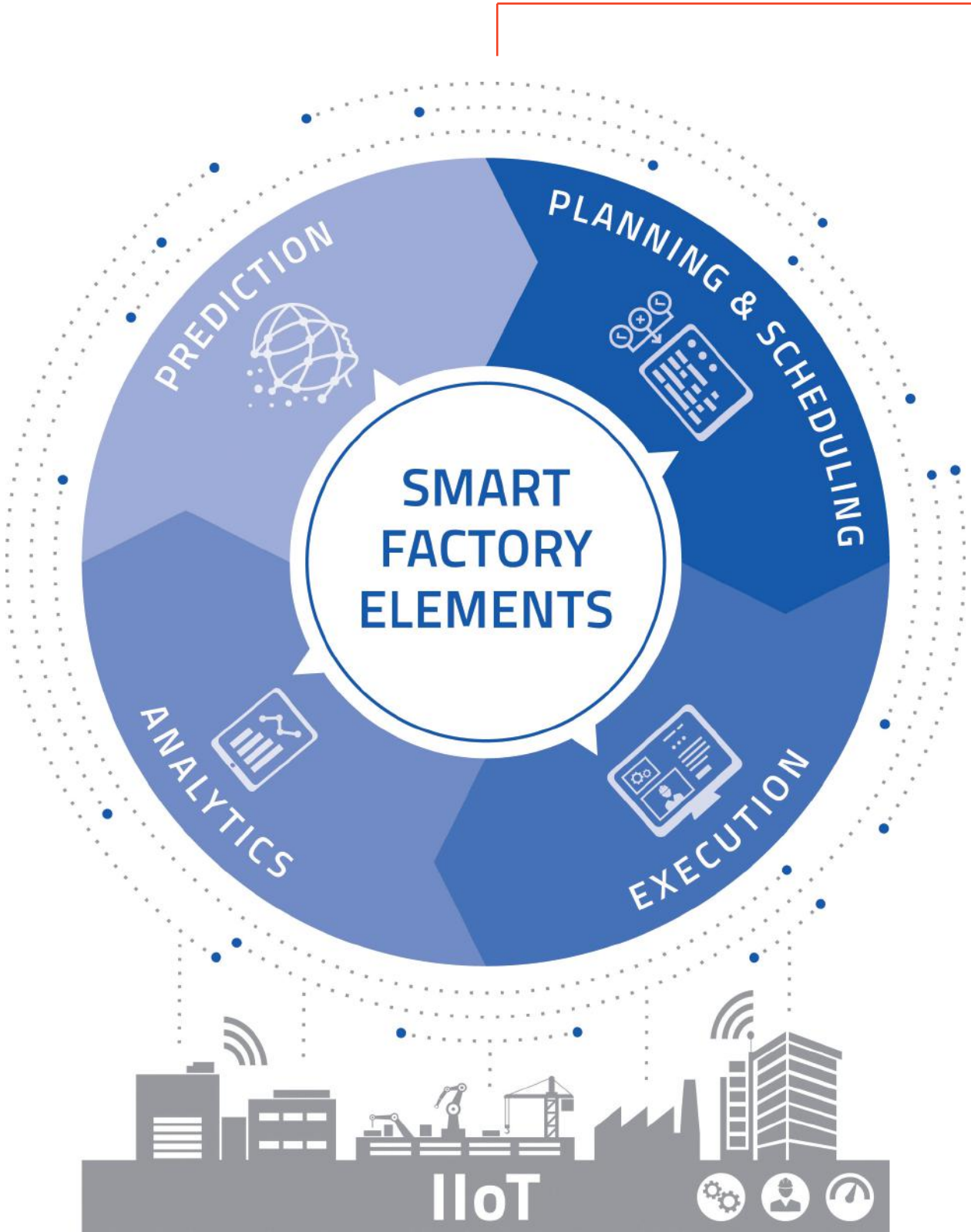


Ein Modell für innovative Fertigungs-IT

# Smart Factory Elements





# Smart Factory Elements

Die Anforderungen an die Produktion sind enorm gewachsen, was zu einer gestiegenen Komplexität führt: z. B. hohe Variantenvielfalt, kurze Lieferfristen, schnelle Prozessanpassungen, kleinere Losgrößen bis zu Losgröße 1. In Zeiten von Industrie 4.0 ist das ganz klar ein Fall für die Smart Factory – und diese wiederum braucht bestimmte Prozesse, Funktionen und Anwendungen, um den wachsenden Anforderungen gerecht zu werden: die Smart Factory Elements.

Basierend auf einer langjährigen Markterfahrung wird ein Modell mit fünf Elementen vorgestellt, die jeweils eine Vielzahl an Funktionen und Anwendungen zusammenfassen: Planning & Scheduling, Execution, Analytics, Prediction und Industrial Internet of Things (IIoT). Die Anwendungen dieser Smart Factory Elements lassen die Vision von Industrie 4.0 Realität werden und versetzen Fertigungsunternehmen in die Lage, auch unter komplexen Rahmenbedingungen wettbewerbsfähig zu produzieren.

Der Funktionsumfang eines heutigen Manufacturing Execution Systems (MES) deckt bereits einen großen Teil der Aufgaben ab, die in diesem Whitepaper beschrieben werden. Insbesondere für „Analytics“ und „Prediction“ braucht es jedoch auch neue Methoden und Tools (z. B. Künstliche Intelligenz), um aus den vorhandenen Daten weitere Erkenntnisse und Vorhersagen zu generieren. Auch wenn MES HYDRA X und das Advanced Planning and Scheduling System (APS) FE-DRA von MPDV bereits heute deutlich mehr Funktionen bietet als ein klassisches MES, so bleibt im Modell

„Smart Factory Elements“ noch immer Raum für Anwendungen, die Anbieter aus dem Ökosystem der Manufacturing Integration Platform (MIP) beisteuern.

## Regelkreis der Smart Factory

Der Regelkreis gemäß dem Modell „Smart Factory Elements“ sieht vor, dass auf Basis von Vorgaben unterschiedlicher Quellen die Fertigung geplant (Planning & Scheduling) und diese Planung dann umgesetzt bzw. ausgeführt (Execution) wird. Die dabei erfassten Daten werden analysiert (Analytics), um daraus unter anderem Vorhersagen abzuleiten (Prediction), die zusammen mit anderen Erkenntnissen wiederum in die Planung einfließen können. Das Industrial Internet of Things unterstützt diesen Kreislauf durch die Erfassung und Bereitstellung von Daten sowie durch dezentrale Echtzeit-Anwendungen im Shopfloor. Ein großer Teil dieser Aufgaben lässt sich sehr gut mit am Markt verfügbaren Produkten wie einem MES abbilden – für andere werden sukzessive neue Produkte auf den Markt kommen.

Seite	4
Seite	6
Seite	8
Seite	10
Seite	12
Seite	16

## PLANNING & SCHEDULING

## EXECUTION

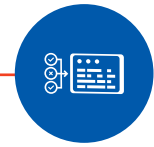
## ANALYTICS

## PREDICTION

## INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS

## BEST-PRACTICE-SZENARIO

# PLANNING & SCHEDULING



## Planen und vorbereiten

Das Element „**Planning & Scheduling**“ beinhaltet Funktionen und Anwendungen für typische Aufgaben der Arbeitsvorbereitung. Dazu zählen beispielsweise das Planen und Vorbereiten von Aufträgen und Arbeitsgängen, sowie Ressourcen und Mitarbeitern. Aber auch die Qualitätssicherung sowie Wartungs- und Instandhaltungsaktivitäten müssen geplant und ggf. auch vorbereitet werden. Nicht zuletzt gilt es, dabei sowohl den Materialeinsatz als auch den Energiebedarf der anstehenden Fertigungsaufträge zu berücksichtigen. Auch wenn in der Smart Factory zukünftig immer mehr Abläufe sich selbst regeln, so wird es doch eine Instanz brauchen, die auf Basis von Vorgaben aus dem ERP-System plant, was produziert werden soll und gleichzeitig Zielkonflikte bei der Planung auflösen kann. Hier setzt beispielsweise das Advanced Planning and Scheduling System (APS) FEDRA von MPDV an. Für die Planung von Wartungen sowie für die Prüfplanung in der Qualitätssicherung stellt HYDRA X geeignete Funktionen und Anwendungen zur Verfügung.

Reihenfolgeplanung von Aufträgen und Arbeitsgängen

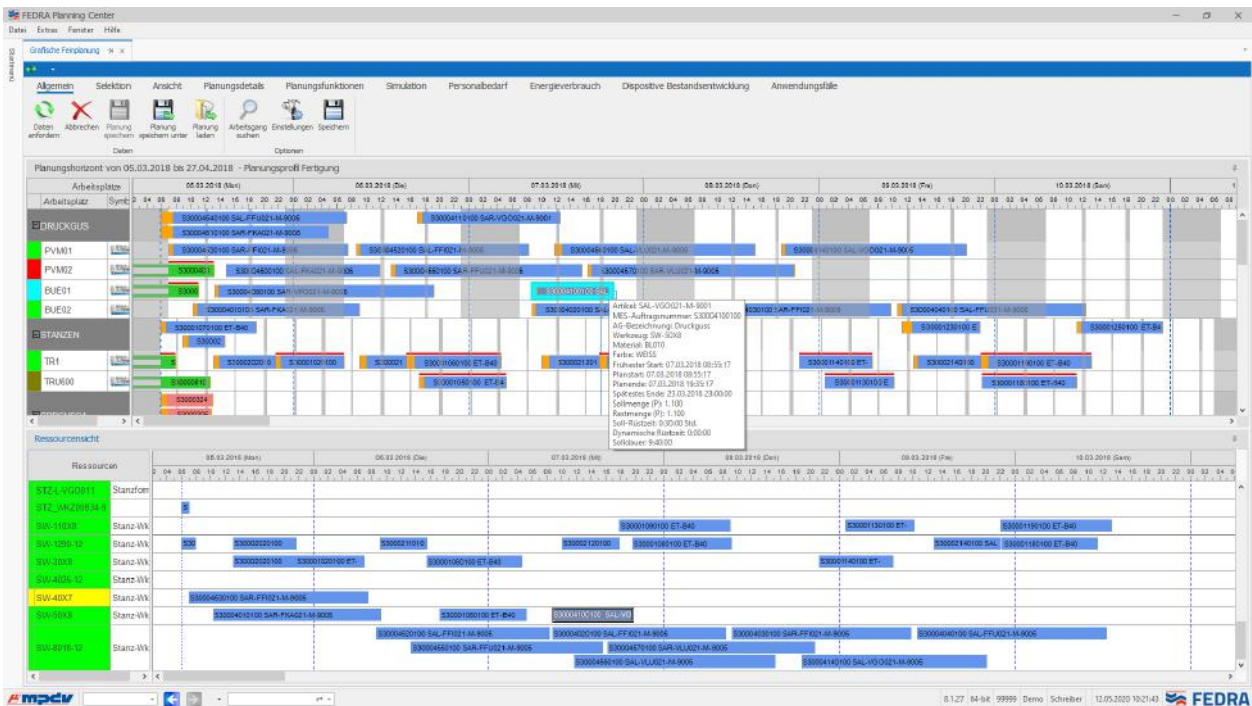
Ressourcenbelegung und Wartungskalender

Personaleinsatzplanung

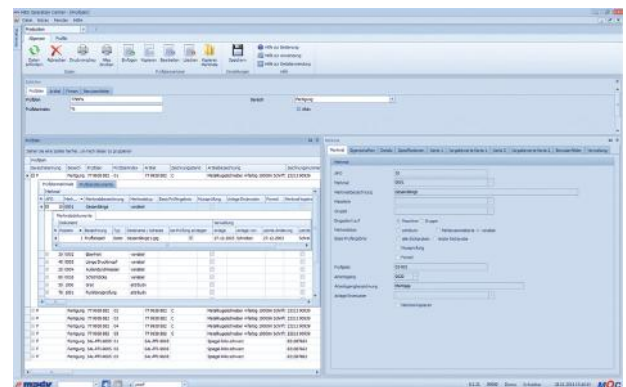
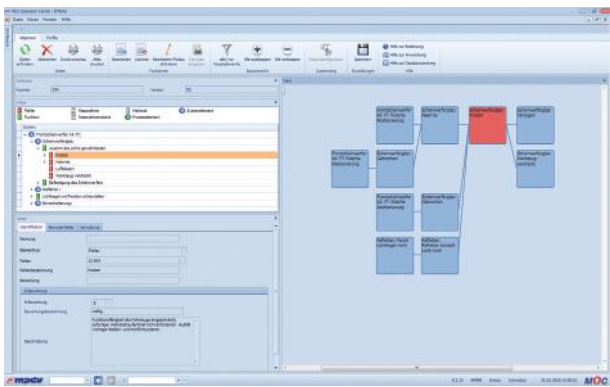
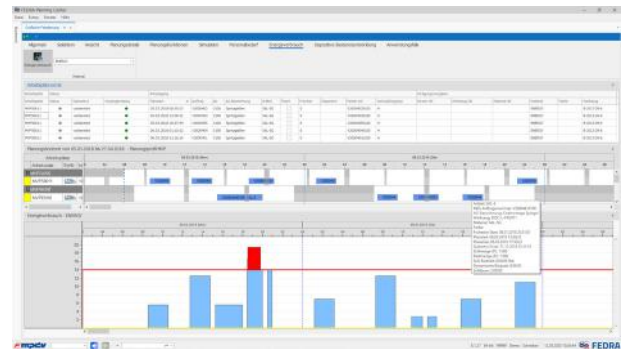
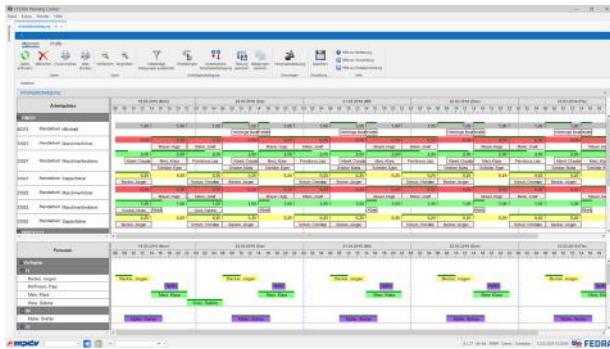
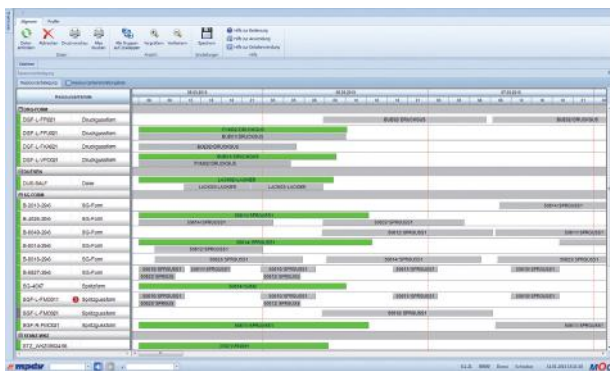
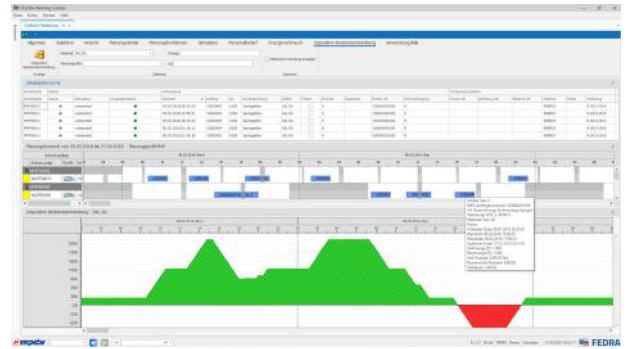
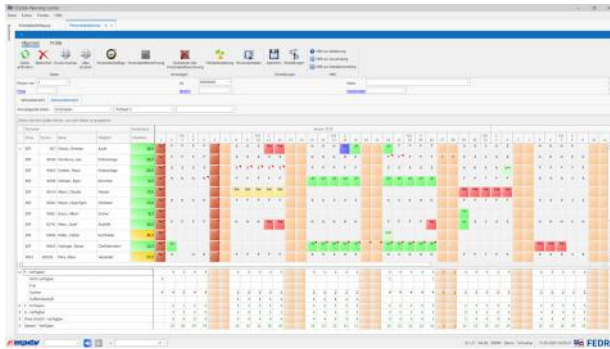
Arbeitsvorbereitung und Qualitätsplanung

Planung von Material- und Energieeinsatz

### Funktionsbeispiel im APS FEDRA:



Weitere Funktionsbeispiele in APS FEDRA und MES HYDRA:



## EXECUTION



### Ausführen, überwachen und dokumentieren

Das Element „Execution“ sorgt mit Funktionen und Anwendungen dafür, dass die definierten Vorgaben korrekt und effizient umgesetzt werden. Darunter fällt beispielsweise die Fertigungssteuerung genauso wie eine fortlaufende Überwachung der Prozessqualität. Falls benötigt, kann auf Basis dieser Anwendungen auch eine Prozessverriegelung realisiert werden. Das begleitende Online Monitoring unterstützt die Früherkennung von Abweichungen, was wiederum die Reaktionsfähigkeit der Mitarbeiter im Shopfloor enorm steigert. Während der Produktion werden kontinuierlich Daten erfasst und je nach geltenden Regularien für die Dokumentation der Herstellung bzw. die Rückverfolgbarkeit abgespeichert. Das MES HYDRA X von MPDV bietet dazu ein breites Spektrum an nützlichen Funktionen und Anwendungen.

Fertigungssteuerung

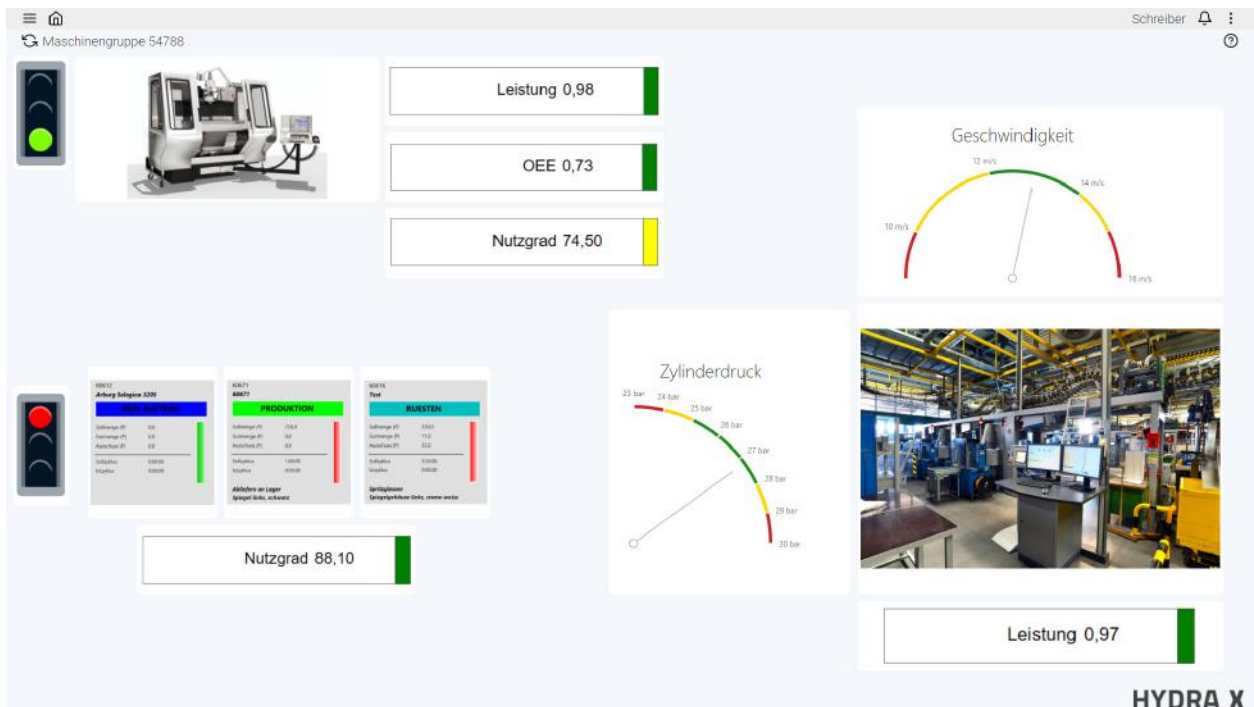
Überwachen der Prozessqualität

Prozessverriegelung

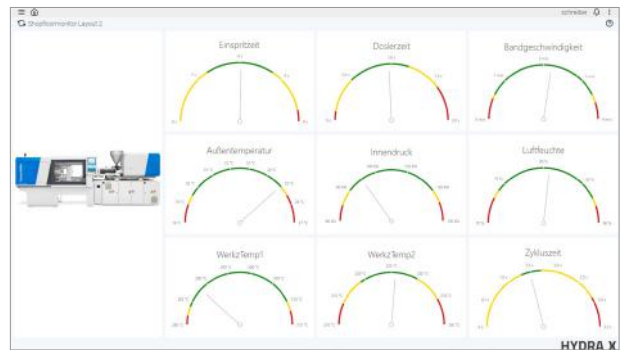
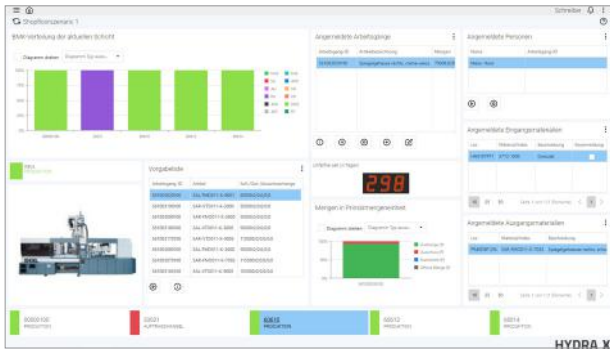
Online Monitoring

Echtzeitüberwachung und Früherkennung von Abweichungen

### Funktionsbeispiel im MES HYDRA:



Weitere Funktionsbeispiele im MES HYDRA:

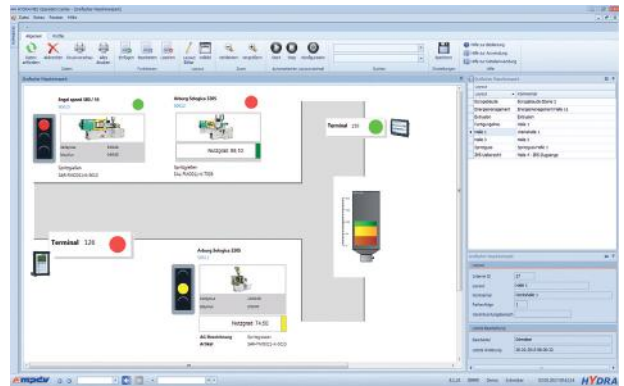


Ansprechpartner

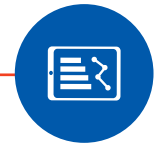
**Albert, Claudia**

**Allgemein**

- Personennummer: 90014
- Einheit: BSP
- Abteilung: 4711
- Abkürzung: FE-411
- Telefon-Private: 0221-7943-154
- Telefon-Service: 0172-3489373
- E-Mail-Service: claudia.albert@bsp.de
- Abteilung: 4711
- Standort: Stuttgart
- Support: answ@bsp.de



# ANALYTICS



## Auswerten und analysieren

Um die erfassten Daten für Kennzahlen und Reports aufzubereiten, nutzen die Funktionen und Anwendungen des Elements „Analytics“ Künstliche Intelligenz (KI) und andere innovative Methoden. Neben klassischen Tabellen und Diagrammen stellen diese Anwendungen auch umfangreiche Langzeitanalysen und Big-Data-Auswertungen sowie flexible Self-Service-Analytics-Anwendungen zur Verfügung. Letztere kommen insbesondere dann zum Tragen, wenn viele Daten aus unterschiedlichen Quellen korreliert und nach verschiedenen Kriterien ausgewertet werden sollen. Klassische Werkzeuge von Self Service Analytics sind Pivot-Tabellen, intelligente Filter und Drill-Down-Funktionen. Ein bereits verfügbares Produkt für Self-Service-Analytics ist das MES-Cockpit von MPDV. Aber auch HYDRA X bietet eine Vielzahl von Funktionen und Anwendungen zur Auswertung und Analyse von Daten aus dem Shopfloor. Als Beispiel für die Nutzung von Künstlicher Intelligenz (KI) kann die Schichtbezogene Nutzgradanalyse von MPDV genannt werden.

### Kennzahlen / KPIs

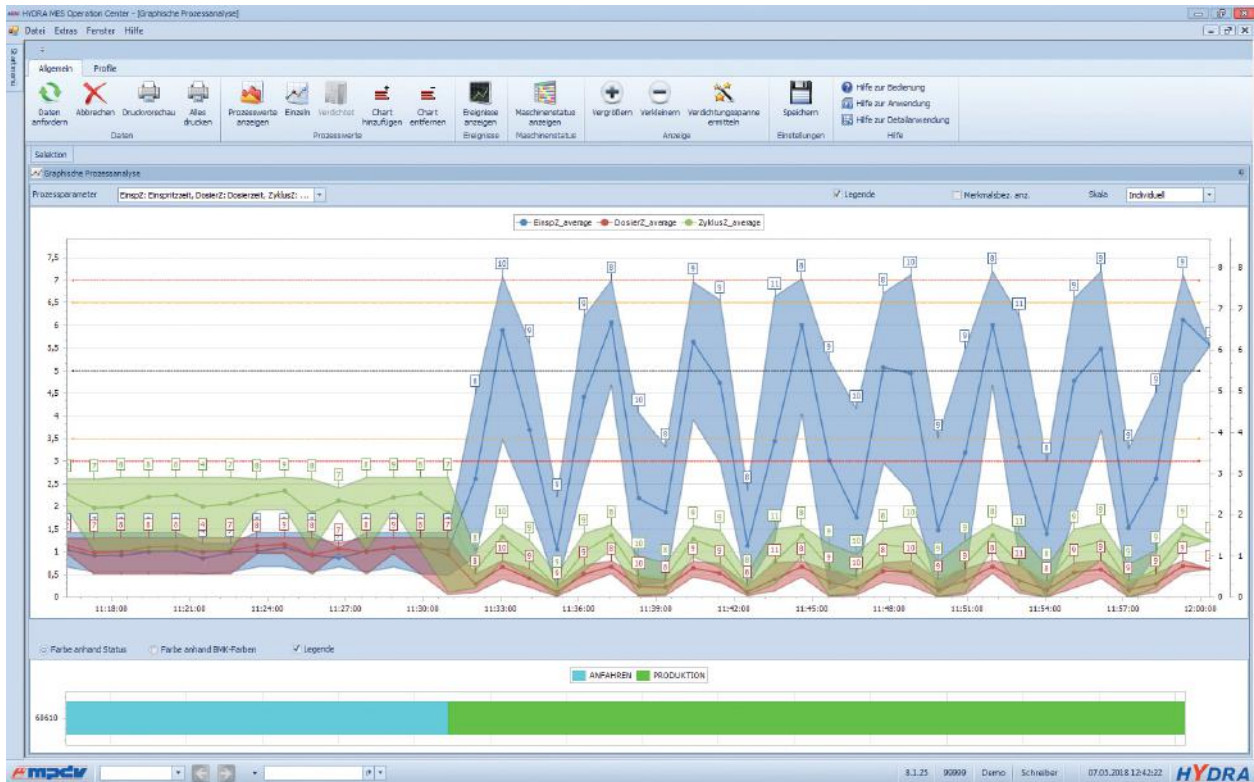
### Performance und Korrelationsanalysen

### Root Cause Analysis

### Self Service Analytics

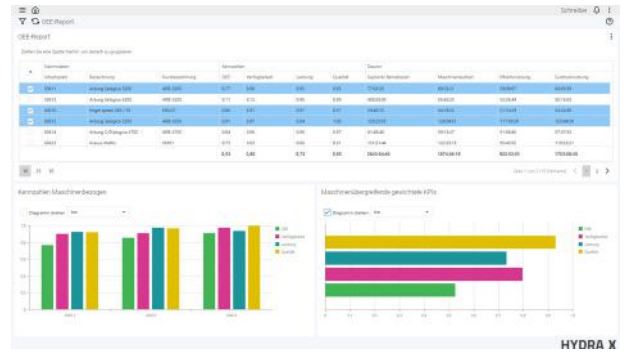
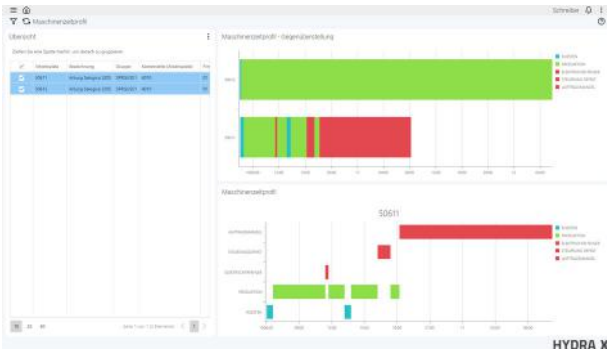
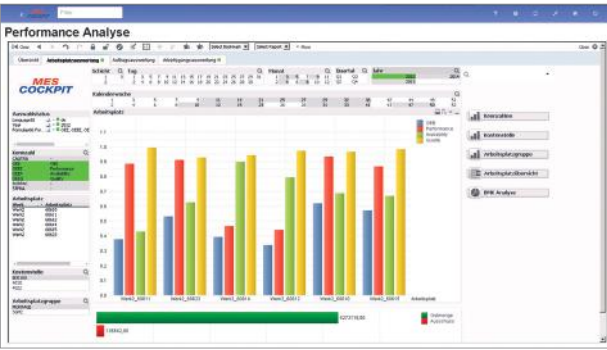
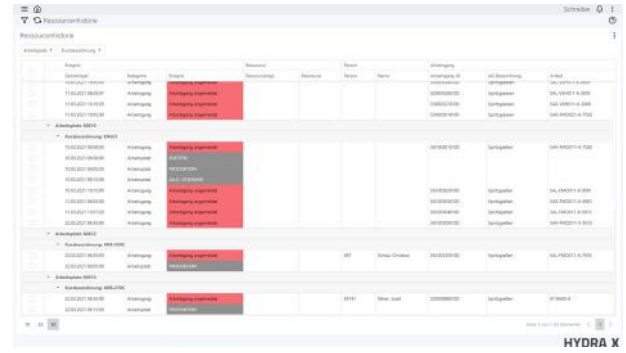
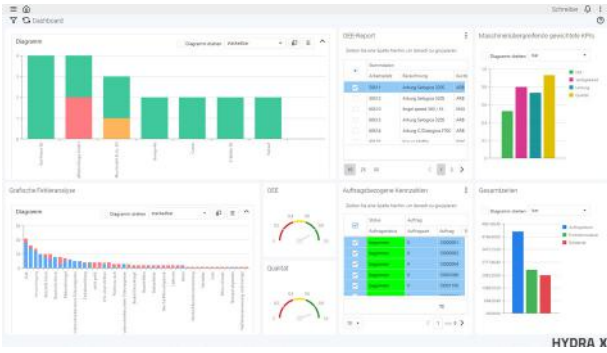
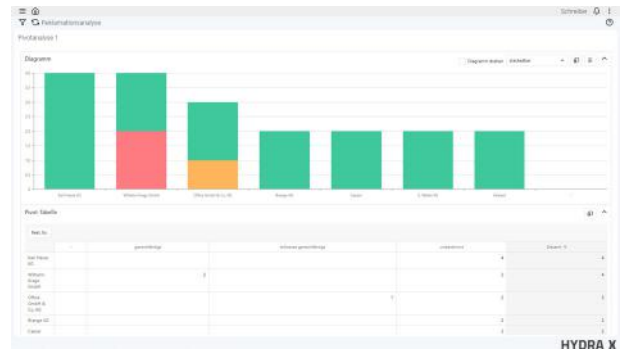
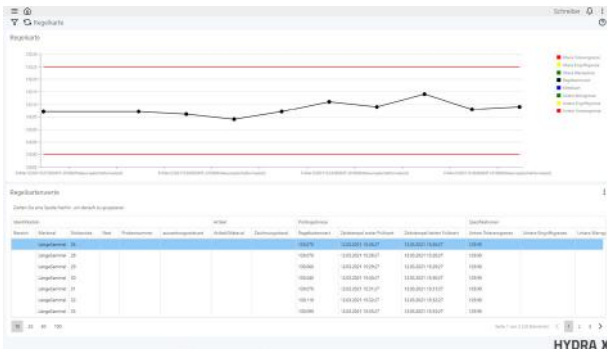
### Machine Learning auf Basis von Big Data

### Funktionsbeispiel im MES HYDRA:

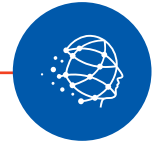




Weitere Funktionsbeispiele im MES HYDRA und MES Cockpit:



## PREDICTION



### Vorhersagen und optimieren

Auf Basis von statistischen Methoden und Künstlicher Intelligenz (KI) ermöglichen Funktionen und Anwendungen des Elements „Prediction“ Vorhersagen aller Art. Typische Anwendungen sind Predictive Maintenance oder die Hochrechnung der Materialreichweite. Einen komplett neuen Aspekt bringen Anwendungen wie Predictive Quality ins Spiel, die auf Basis erfasster Prozessdaten und hinterlegten Modellen die Qualität eines Artikels vorhersagen, während dieser gerade produziert wird. Weitere Anwendungen dieser Art sind in vielen Bereichen der Fertigung möglich. Hierdurch wird der sparsame Einsatz von Ressourcen aller Art begünstigt. Beispielsweise enthält HYDRA X eine Anwendung zur Vorhersage der Rüstzeit in Abhängigkeit von beliebigen Einflussfaktoren.

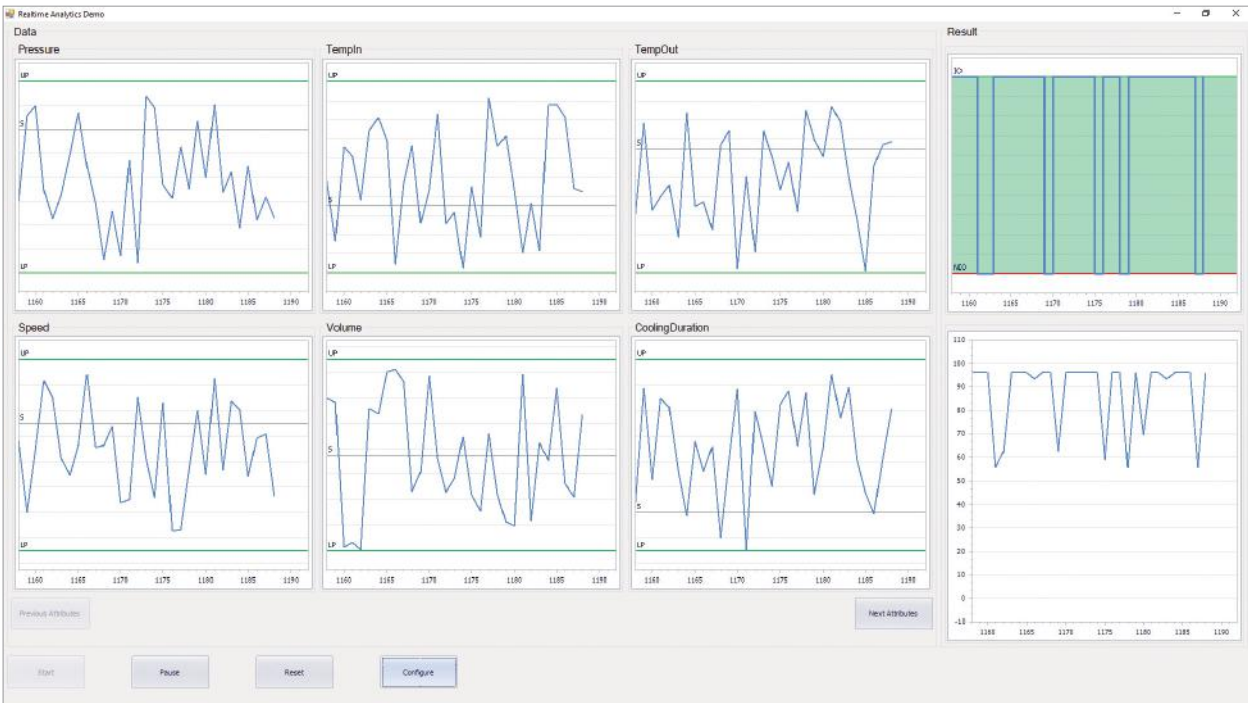
Predictive Quality

Vorhersage von Terminen

Predictive Maintenance

Hochrechnung der Materialreichweite

### Funktionsbeispiel im MES HYDRA:



Weitere Funktionsbeispiele im MES HYDRA:

The screenshot displays the 'Analyseergebnis' (Analysis Result) section of the HYDRA MES system. It includes a navigation menu at the top, a selection area for analysis parameters, and a main data table. Below the table is a line chart titled 'Einzelnutzgrad der UE-Sätze' (Individual utilization of UE sets).

**Analysis Parameters:**

- Zeitraum von: 01.01.2021
- Zeitraum bis: 30.03.2021
- Anzahl Buchungsätze: 39932
- Aufträge Buchungsätze: 6257
- Umsaufträge Buchungsätze: 39555

**Summary Table:**

Arbeitsplatz	Artikel	Werkzeug	Material	Farbe
8	2025	15	2025	293
4	2019	15	2049	282
4	0	0	6	11

**Main Data Table (Columns):** Knoten, Nutzgrad [%], Nutzgrad [%] Schicht 1, Nutzgrad [%] Schicht 2, Nutzgrad [%] Schicht 3.

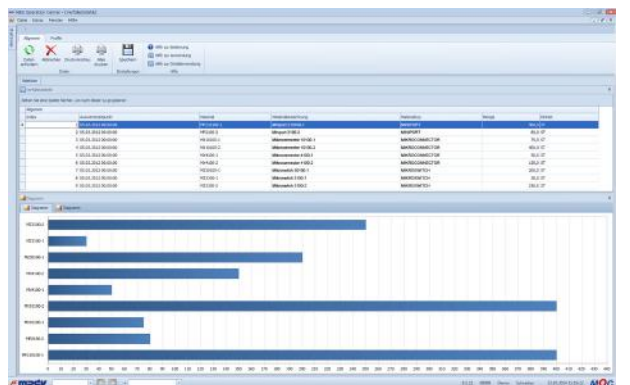
**Line Chart:** Shows utilization percentage over time for three shifts (Schicht 1, Schicht 2, Schicht 3) from 05.01.2021 to 10.02.2021.



This table displays production data with columns for 'Datum' (Date), 'Menge' (Quantity), and 'Status'. The data is organized into a grid format, showing production volumes for various dates and their corresponding statuses.

The dashboard displays key performance indicators (KPIs) for five machines (60610, 60611, 60612, 60614, 79667). Each machine's status is 'PRODUCTION'. The metrics shown are OEE (Overall Equipment Effectiveness) and Nutzgrad (Utilization).

Arbeitsplatz / Maschine	Status	OEE	Nutzgrad	Predicted Quality
60610	PRODUCTION	0,65	71,20	96,09 (10)
60611	UNDEFINED	0,58	65,30	-
60612	PRODUCTION	0,68	73,20	89,07 (10)
60614	PRODUCTION	0,61	70,80	92,56 (10)
79667	PRODUCTION	0,76	75,70	62,66 (N/D)





Vernetzen und unterstützen

Mittels Vernetzung und Edge Computing verbinden Funktionen und Anwendungen des Elements „Industrial Internet of Things“ (IIoT) den Werker und die reale Welt mit dem digitalen Abbild der Smart Factory. Zum Einsatz kommen dafür viele bereits etablierte Anwendungen wie automatisierte Datenübernahme, digitale Maschinenanbindung aber auch die manuelle Datenerfassung. Insbesondere in Fabriken, deren Abläufe von Montageprozessen beherrscht werden, sind auch die Informationsbereitstellung im Shopfloor oder eine prozessorientierte Werkerführung von großer Bedeutung. Abseits der verwendeten Technologien sorgen diese Anwendungen dafür, dass alle anderen Smart Factory Elements mit aktuellen Daten versorgt werden bzw. deren Daten zu gegebener Zeit im Shopfloor zur Verfügung stehen. Insbesondere die mApps der HYDRA X Kategorie Assembly Management steuern und überwachen echtzeit-kritische Prozesse, die typischerweise in der variantenreichen Serienfertigung vorkommen. Aber auch die Shopfloor Messaging Services von HYDRA X unterstützen den Werker bei der direkten und systemgestützten Kommunikation. Die Manufacturing Integration Platform (MIP) dient im Sinne des Elements IIoT als universelle Informations- und Datendrehscheibe, kann aber auch Anwendungen unterschiedlicher Anbieter miteinander verbinden.

Datenübernahme aus IIoT-Sensoren

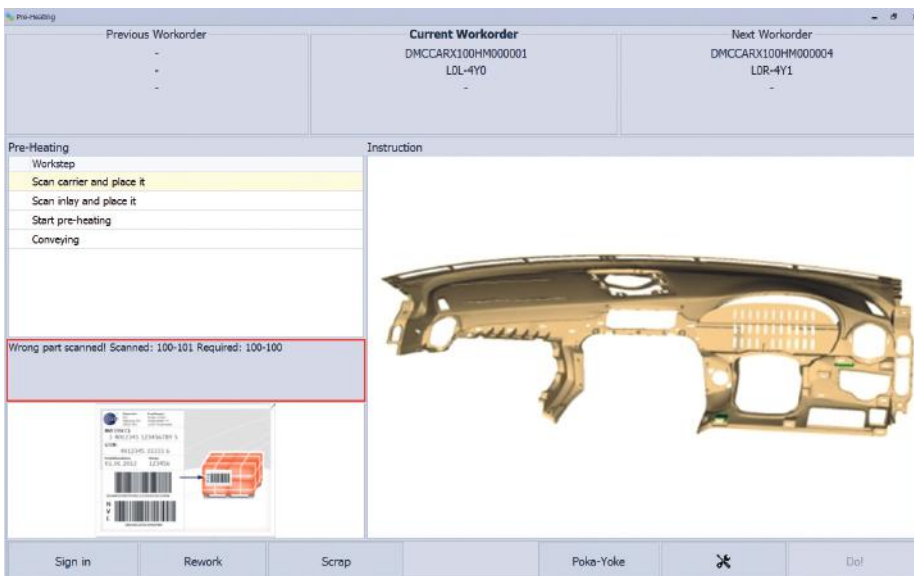
Digitale Maschinenanbindung

Manuelle Datenerfassung

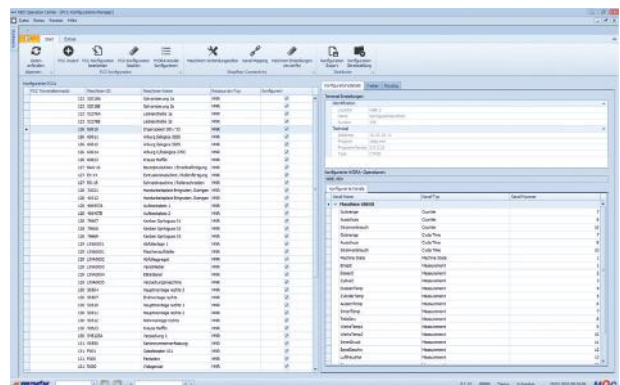
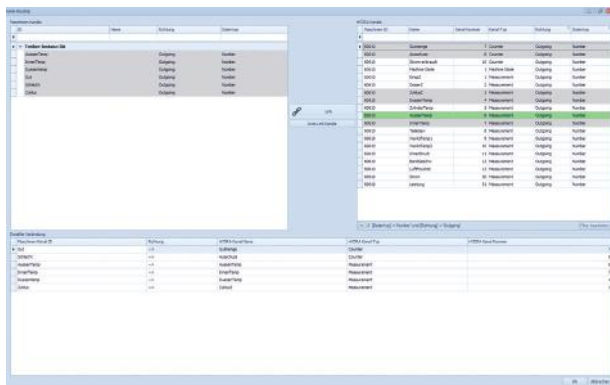
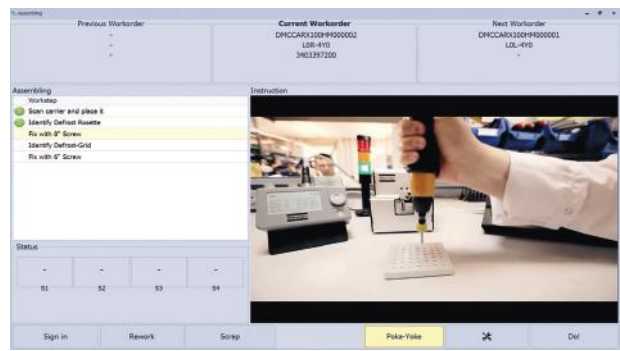
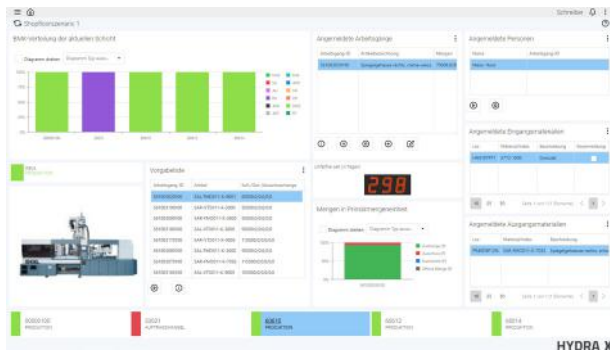
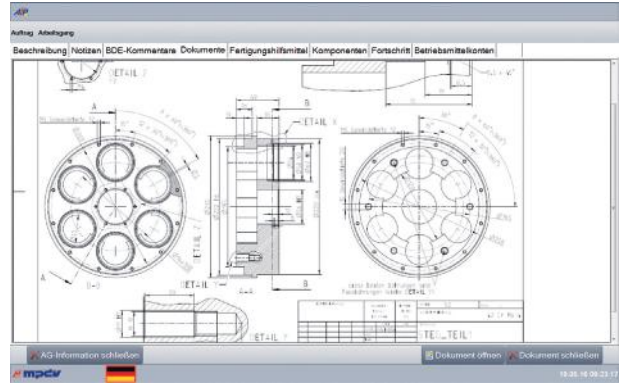
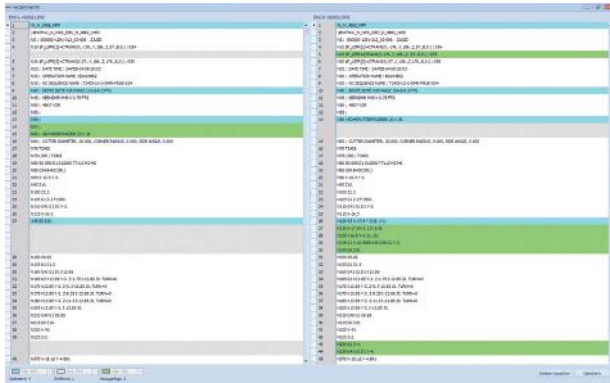
Informationsbereitstellung im Shopfloor

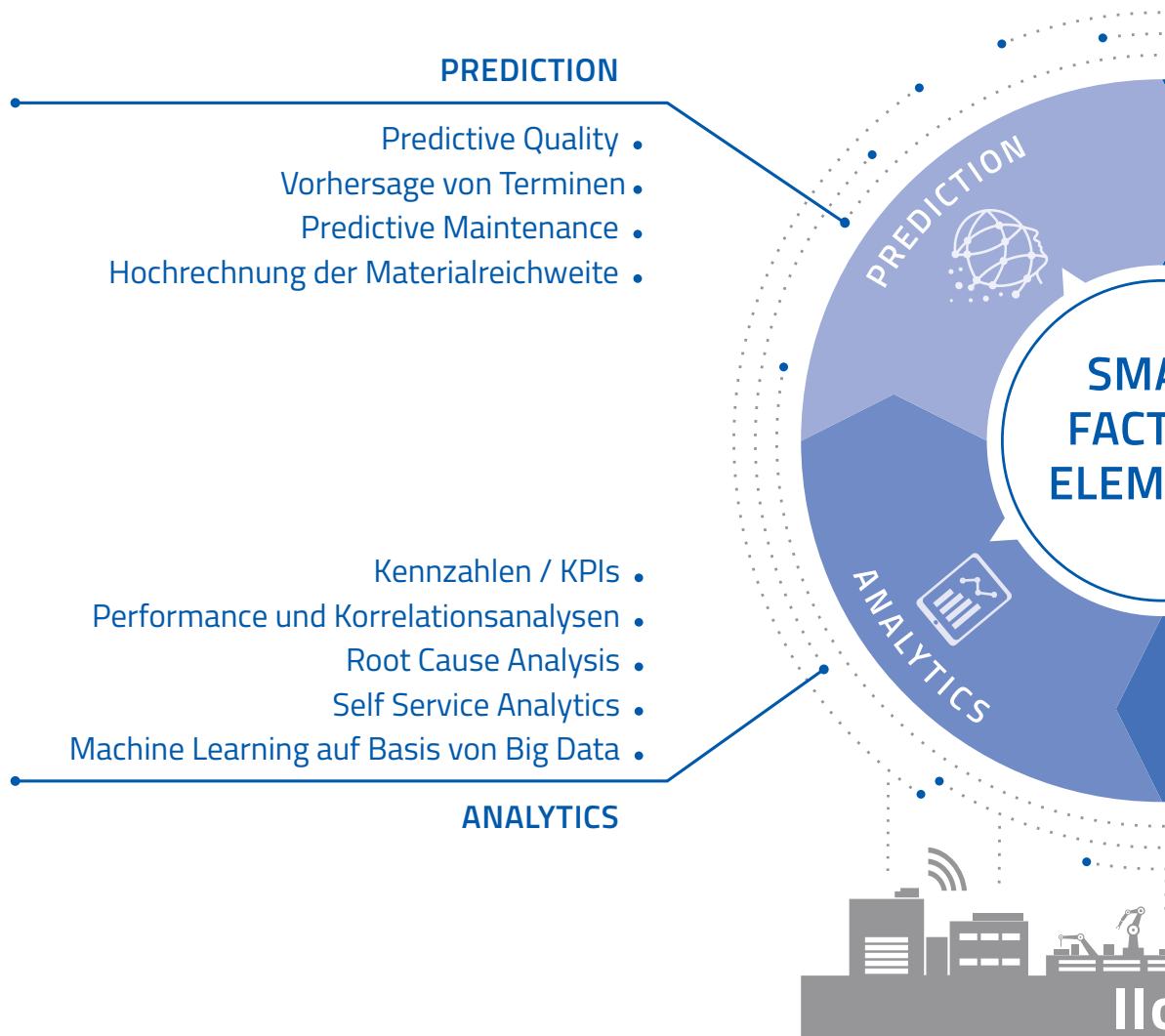
Flexible Werkerführung

Funktionsbeispiel im MES HYDRA:



Weitere Funktionsbeispiele im MES HYDRA:





## INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS

- Datenübernahme aus IIoT-Sensoren
- Digitale Maschinenanbindung
- Manuelle Datenerfassung
- Informationsbereitstellung im Shopfloor
- Flexible Werkerführung



## AUS DER PRAXIS

### Szenario auf Basis des Modells „Smart Factory Elements“ in der Praxis

Zunächst werden in Anwendungen aus dem Element „Planning & Scheduling“ mehrere Fertigungsaufträge aus dem überlagerten ERP-System übernommen und zusammen mit Ergebnissen aus den Elementen „Analytics“ und „Prediction“ in geeignete Planungstools (z. B. APS FEDRA) geladen. Beispielsweise kommen aus „Analytics“ die Erkenntnisse, dass Artikel A auf Maschine 1 um 30% effizienter gefertigt werden kann als auf Maschine 2 (z. B. Schichtbezogene Nutzgradanalyse) und aus „Prediction“ die Vorhersage, dass Maschine 3 mit einer Wahrscheinlichkeit von 75% in den nächsten drei Tagen wegen abgenutzter Kugellager ausfallen wird (z. B. Predictive Maintenance-App, die über die MIP angebunden ist). Also beschließt der Mitarbeiter in der Arbeitsvorbereitung, die übernommenen Aufträge für Artikel A auf Maschine 1 einzuplanen und alle anderen auf die verbleibenden Maschinen zu verteilen. Gleichzeitig setzt er für Maschine 3 eine Wartung für übermorgen an, um die Kugellager zu überprüfen und ggf. auszutauschen. Im Qualitätsmanagement (z. B. HYDRA X Quality Management) wurde bereits vor einiger Zeit festgelegt, dass bei allen Artikeln jedes 500ste Stück einer Prüfung unterzogen werden soll, bei der diverse Abmessungen überprüft werden müssen.

Diese Planungen gehen dann zu Anwendungen des nächsten Elements: „Execution“. Die Werker an den Maschinen sehen die anstehenden Aufträge und melden diese an, sobald der jeweils vorangehende Auftrag beendet ist (z. B. HYDRA X Order Management). Gleichzeitig wird jeweils ein Prüfauftrag angemeldet. Es werden nun kontinuierlich aktuelle Kennzahlen sowie der Auftragsfortschritt am Werkerterminal ange-



zeigt (z. B. HYDRA X Resource Management). Nach den ersten 500 Stück wird der Werker auf die anstehende Prüfung hingewiesen (z. B. HYDRA X Quality Management).

Er entnimmt das entsprechende Teil und prüft die vorgegebenen Merkmale mit einem digital angebundenen Messschieber. Das System erfasst sowohl die laufenden Produktionsdaten (z. B. HYDRA X Resource Management) als auch die Ergebnisse der Qualitätsprüfungen (z. B. HYDRA X Quality Management) über Schnittstellen aus dem Element „IIoT“ (z. B. MIP). Weichen die gemessenen Werte zu stark von den Sollvorgaben ab, wird die Produktion sofort gestoppt und ein Einrichter wird benachrichtigt, um die Einstellungen der betroffenen Maschine zu prüfen und ggf. zu justieren (z. B. HYDRA X Information Management oder über die MIP angebundene Smartwatch-Lösung eines Drittanbieters). Sobald ein Auftrag abgeschlossen ist, wird der nächste angemeldet. Am zweiten Tag kommt ein Mitarbeiter der Instandhaltung und kümmert sich um die angesetzte Wartung an Maschine 3. Hierbei erfasst er seine Arbeitszeiten manuell mit einer App auf seinem Smartphone (z. B. App eines Drittanbieters, die über die MIP angebunden ist).

Im Meisterbüro nutzt der Schichtleiter „Analytics“-Funktionen, um sich einen Überblick über Produktivität und Ausschussrate der aktuellen Schicht zu verschaffen (z. B. HYDRA X Information Management). Gleichzeitig analysiert der Meister die Maschinenstörungen der letzten Tage und korreliert diese mit erfassten Prozess- und Qualitätsdaten (z. B. Schichtbezogene Nutzgradanalyse aus HYDRA X). Dabei findet



er heraus, dass auch Maschine 5 geeignet ist, um den Artikel A mit hoher Effizienz zu fertigen. Diese Erkenntnis spielt er an die „Planning & Scheduling“-Anwendungen zurück. Fallen bei diesen Analysen Zusammenhänge auf, die ein umgehendes Eingreifen erfordern, so werden diese unmittelbar an die entsprechenden „Execution“-Anwendungen weitergeleitet.

Verschiedene „Prediction“-Anwendungen arbeiten ebenfalls mit den per „Execution“-Funktionen erfassten Daten und berechnen fortlaufend die Wahrscheinlichkeit für Maschinenstörungen (z. B. Predictive Maintenance-Anwendung eines Drittanbieters, welche über die MIP angebunden ist). Diese Erkenntnisse übermittelt das System ebenfalls an die „Planning & Scheduling“-Anwendungen, um rechtzeitig Wartungen der entsprechenden Maschinen und Werkzeuge einzuplanen. Zudem nutzt das Unternehmen die neue Anwendung Predictive Quality. Die erfassten Prozesswerte (z. B. mit HYDRA X Resource Management) bei der Herstellung von Artikel A bilden dabei die Basis für die Vorhersage der Qualität eines jeden einzelnen Teils. Wird ein Teil mit hoher Wahrscheinlichkeit als Gutstück vorhergesagt, landet dieses in der Kiste für den nächsten Arbeitsschritt. Teile, die als Ausschuss vorhergesagt werden, kommen sofort in die Recycling Box. Alle anderen Teile werden einer zusätzlichen Sichtprüfung unterzogen (z. B. HYDRA X Quality Management) und danach als Gutstück oder Ausschuss eingeordnet. Die Ergebnisse aus „Prediction“-Anwendungen fließen dabei direkt zur entsprechenden „Execution“-Anwendung (z. B. HYDRA X Order Management).

Damit das alles funktioniert, sorgen diverse „IIoT“-Anwendungen für die Anbindung der Maschinen, stellen Eingabemasken für die Werker zur Verfügung (z. B. HYDRA X) und übermittelt alle benötigten Dokumente und Einstelldaten (z. B. HYDRA X Resource Management) in den Shopfloor.



#### Ausblick

Auch wenn viele der genannten Beispiele zunächst trivial erscheinen, so führt deren Abbildung im Modell „Smart Factory Elements“ dazu, dass die zunehmende Vernetzung der Anwendungen und die Verzahnung der Abläufe sichtbar wird und die neue Sichtweise letztendlich für mehr Transparenz und Effizienz im Shopfloor sorgt. Der Funktionsumfang eines heutigen MES wie HYDRA X in Kombination mit dem APS FEDRA deckt dabei bereits einen großen Teil der Anwendungen ab, die hier genannt wurden. Insbesondere für „Analytics“ und „Prediction“ sind jedoch auch neue Methoden und Tools (z. B. Predictive Quality) denkbar, um aus den vorhandenen Daten weitere Erkenntnisse und Vorhersagen zu generieren. Das Modell „Smart Factory Elements“ betrachtet also ein breiteres Anwendungsspektrum als ein klassisches MES. Gleichzeitig zeigt sich, dass die Smart Factory Elements ein gutes Beispiel dafür sind, dass echter Mehrwert nur durch Anwendungen entstehen kann und die blanke Technologie dabei oftmals in den Hintergrund rückt. Auch in Zeiten von Industrie 4.0 steht weiterhin die eigentliche Aufgabe der Fertigungs-IT im Fokus – und das ist gut so.

## MPDV-Whitepaper

---

### Wissen ist Macht!

Unsere Whitepaper bieten Ihnen Wissenswertes zu MES und Industrie 4.0 in kompakter Form. Neben interessanten Fachartikeln, Trendberichten und Produktinformationen enthalten die Whitepaper auch spannende Experten-Interviews und nützliche Checklisten für die Praxis.

### Die funktional vernetzte Fabrik

---

### Die selbstregelnde Fabrik

---

### Die reaktionsfähige Fabrik

---

### In vier Stufen zur Smart Factory

---

### Manufacturing Integration Platform (MIP)

---

### Horizontale Integration

---

### Dezentralität

---

### Management Support



**Jetzt weitere Whitepaper anfordern!**  
[whitepaper.mpdv.com](http://whitepaper.mpdv.com)



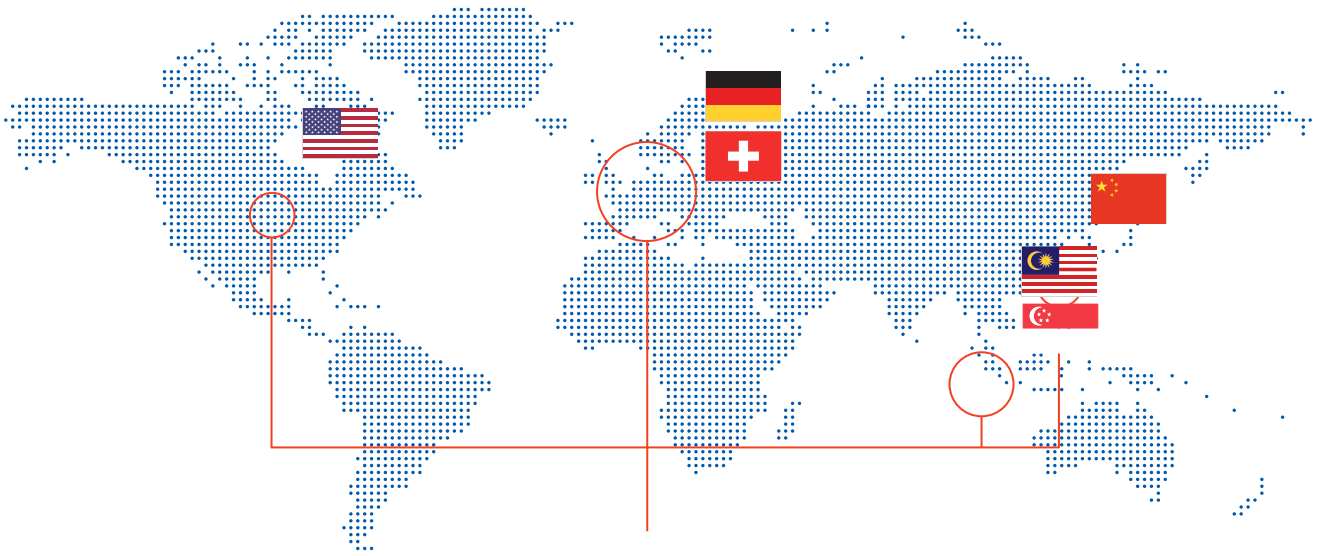
### MPDV Mikrolab GmbH

mit Hauptsitz in Mosbach ist der Marktführer für IT-Lösungen in der Fertigung. Mit mehr als 40 Jahren Projekterfahrung im Produktionsumfeld verfügt MPDV über umfangreiches Fachwissen und unterstützt Unternehmen jeder Größe auf ihrem Weg zur Smart Factory.

Produkte von MPDV wie das Manufacturing Execution System (MES) HYDRA, das Advanced Planning and Scheduling System (APS) FEDRA oder die Manufacturing Integration Platform (MIP) ermöglichen es Fertigungsunternehmen, ihre Produktionsprozesse effizienter zu gestalten und dem Wettbewerb so einen Schritt voraus zu sein.

In Echtzeit lassen sich mit den Systemen fertigungsnahe Daten entlang der gesamten Wertschöpfungskette erfassen und auswerten. Verzögert sich der Produktionsprozess, erkennen Mitarbeiter das sofort und können gezielt Maßnahmen einleiten.

Täglich nutzen weltweit mehr als 900.000 Menschen in über 1.400 Fertigungsunternehmen die innovativen Softwarelösungen von MPDV. Dazu zählen namhafte Unternehmen aller Branchen. Die MPDV-Gruppe beschäftigt rund 500 Mitarbeiter an 13 Standorten in Deutschland, China, Luxemburg, Malaysia, der Schweiz, Singapur und den USA.



Chicago · Hamburg · Hamm · Heidelberg · Kuala Lumpur · Luxemburg  
Mosbach · München · Serrig · Shanghai · Singapur · Stuttgart · Winterthur



---

MPDV Mikrolab GmbH · Römerring 1 · 74821 Mosbach  
+49 6261 9209-0 · [info@mpdv.com](mailto:info@mpdv.com) · [www.mpdv.com](http://www.mpdv.com)