

FABRIKSOFTWARE DES JAHRES 2018-2023

Industrie 4.0 | MES | KI | Digitalisierung | Automatisierung

AUTOMATISIERUNG

TRACEABILITY

ENERGIEEFFIZIENZ

RESILIENTE FABRIK

DIGITALE TRANSFORMATION

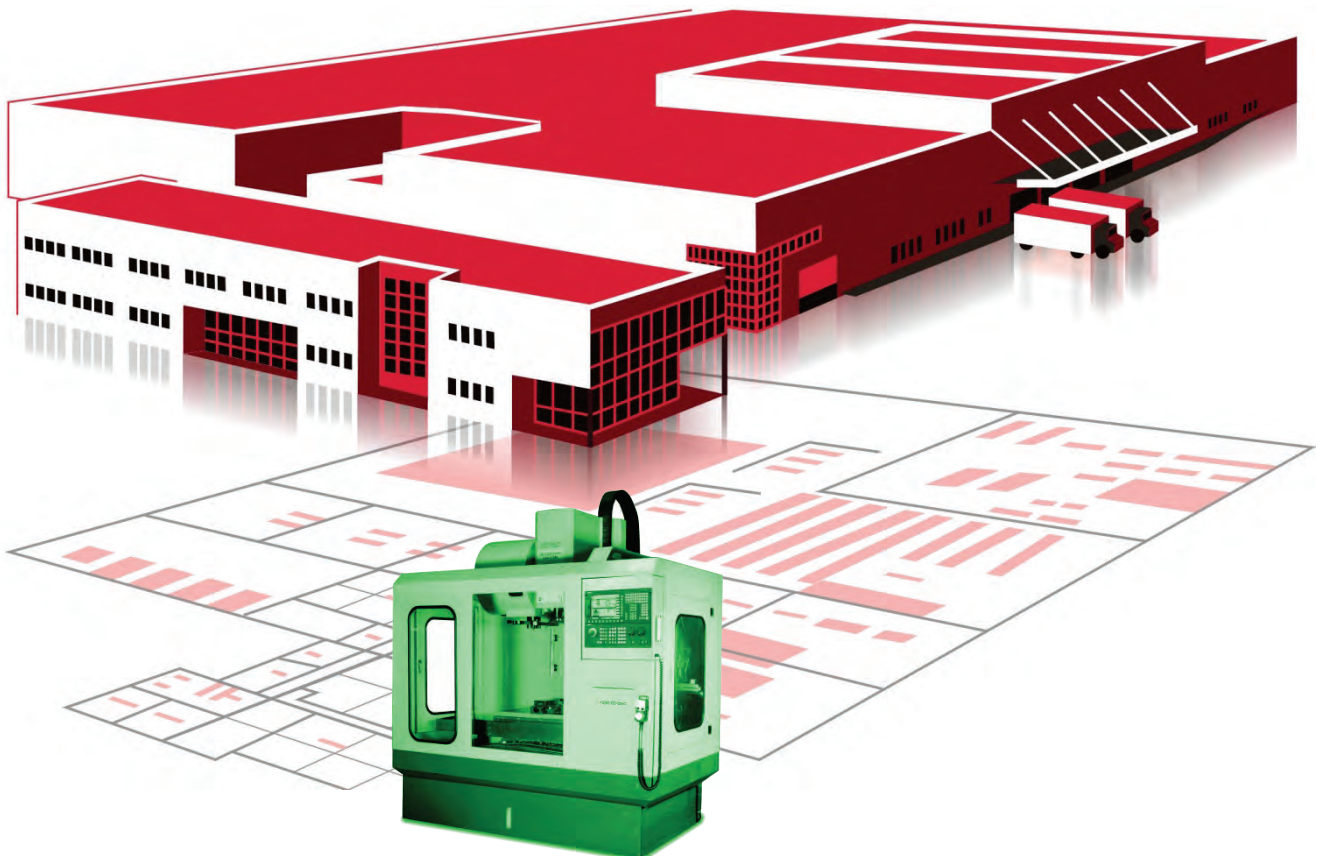
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ (KI)

PROZESSKONTROLLE IN ECHTZEIT

CYBER-PHYSISCHE PRODUKTIONSSYSTEME



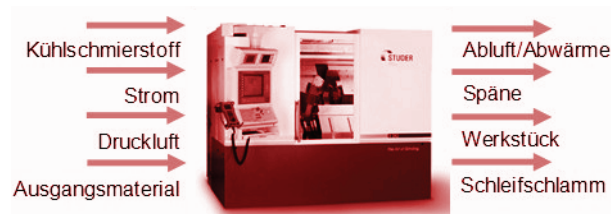
Green4Machine Energieeffizienz



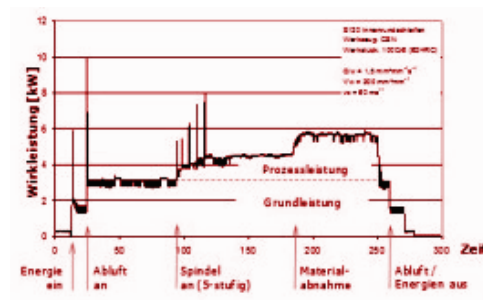
Green4Machine | Energieeffizienz

Herausforderung

Der Grundsatz "wenn Sie es nicht messen können, können Sie es nicht verbessern" von Lord Kelvin gilt im gleichen Maße auch für den Energie- und Ressourcenverbrauch von Produktionsmaschinen. Erst die (kontinuierliche) Erfassung aller relevanten Verbräuche ermöglicht eine Bewertung der Effizienz von Maschinen sowie die Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen. Herausforderungen liegen hier in der Datenerfassung und -verarbeitung aber auch in der Visualisierung von Energie- und Stoffströmen an der Maschine (z.B. für Maschinenbediener). Wie am Beispiel einer Schleifmaschine dargestellt, benötigen Produktionsmaschinen zur Erfüllung wertschöpfender Tätigkeiten neben den Rohmaterialien Energie (Strom, Druckluft) und Hilfsstoffe (Kühlschmierstoffe). Ausgangsgrößen des Produktionsprozesses sind neben dem eigentlichen Produkt (Werkstück) auch Abluft/Abwärme oder Abfälle bzw. Nebenprodukte (Späne, Schleifschlamm).



Hierbei ist zu beachten, dass sich das Verbrauchsverhalten einer Produktionsmaschine nicht statisch, sondern dynamisch abhängig von den Betriebszuständen der Maschine verhält. Es ergibt sich ein Lastprofil mit charakteristischen Phasen, deren



Analyse Rückschlüsse auf die Energieverbräuche einzelner Komponenten und Verbesserungsansätze ermöglicht. Eine detaillierte Aufschlüsselung in Form eines Sankey-Diagramms zeigt, dass im Beispiel nur ca. 16% der eingebrachten Leistung überhaupt in den eigentlichen Prozess (Abtrag von Metall durch Schleifen) gehen. Green4Machine sorgt für die kontinuierliche Erfassung aller

relevanten Verbräuche und ermöglicht eine Bewertung der Effizienz von Maschinen. Die Basis hierzu wurde im BMBF-geförderten Forschungsprojekt Green4SCM in den Jahre 2010-2013 erarbeitet.

Einsatzgebiet und Nutzen

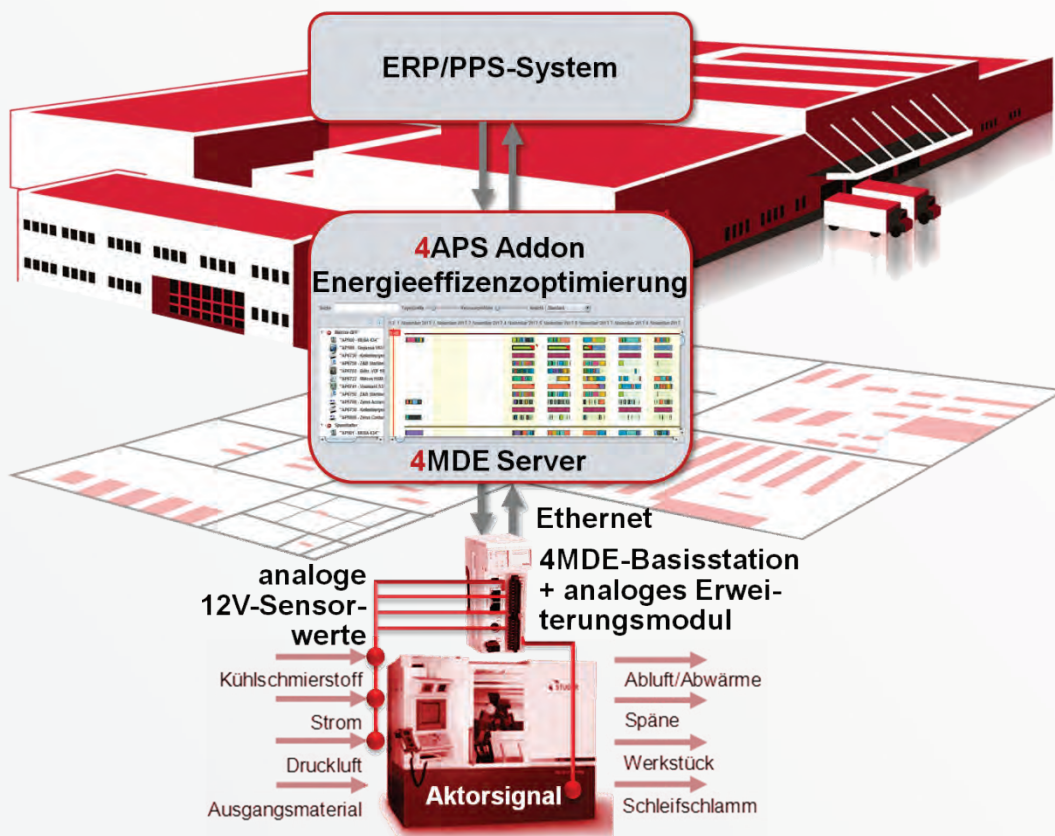
Green4Machine unterstützt Unternehmen mit alten und/oder neuen Werkzeugmaschinen oder Anlagen zum einen bei der systematischen Erfassung von Verbräuchen. Zum anderen können die Maschinen über I/O-Hardware sogar automatisch abgeschaltet oder in Standby versetzt werden.

Green4Machine ermöglicht somit

- die Verbräuche (Energie, Druckluft usw.) systematisch zu erfassen,
- Maschinen abzuschalten und damit Energieverbrauch nachhaltig zu reduzieren,
- die Feinplanung der Aufträge unter Berücksichtigung bzw. Optimierung des Energieverbrauchs vorzunehmen (z.B. "Langläufer" in der Nachtschicht) sowie
- die Vor-/Nachkalkulation von Aufträgen oder Artikeln mit Energieverbräuchen, wie sie im skandinavischen Raum durch Ökobilanzen (CO₂-Verbrauch) Pflicht sind.

Energieeffizienz für Werkzeugmaschinen

Kontinuierliche Verbrauchserfassung und Optimierung



Erfassung von 12V analogen Sensorensignalen für z.B. Strom über I/O-Hardware sowie Remote-Abschaltung über Aktorsignal

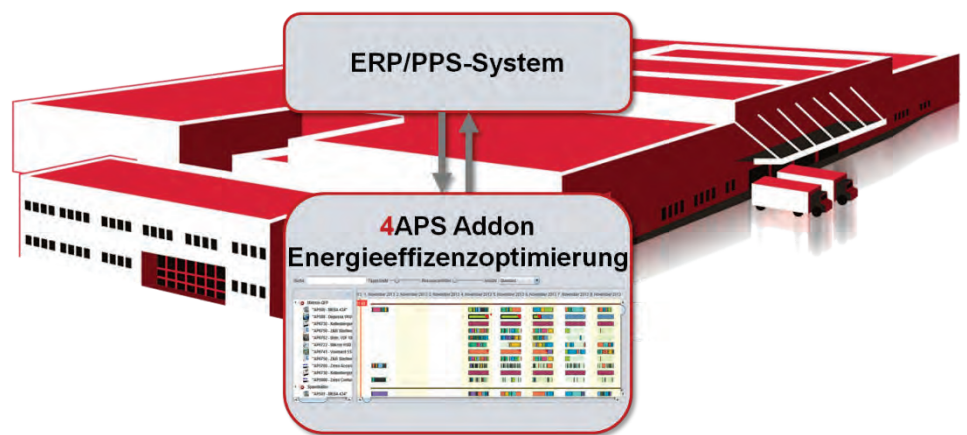
Bestandteile

Die modulare Green4Machine-Gesamtlösung besteht aus

1. **Datenübernahme:** Schnittstelle zu beliebigen ERP/PPS-System,
2. **Planung und Optimierung:** Zusatzmodul Energieeffizienzoptimierung für 4APS,
3. **Erfassung und Aktion:** 4MDE-Server und I/O-Hardware zur Erfassung von beliebigen digitalen und analogen 12V-Signalquellen sowie Aktorenfunktionalität sowie
4. **Visualisierung und Analyse:** Darstellung und Analyse der Energieverbräuche.

Im Folgenden werden die einzelnen Bestandteile näher erläutert.

① Datenübernahme



Ist bereits ein ERP/PPS-System vorhanden, bietet sich die Übernahme von Stamm- und Bewegungsdaten an. Alternativ können Aufträge im Modul 4AVO auch stand-alone verwaltet werden.

ERP/PPS-Schnittstellen bestehen im Allgemeinen aus zwei Schnittstellen:

1. **Download** vom ERP/PPS-System nach 4APS: Kunden-/Fertigungsaufträge, Arbeitspläne, BDE-Daten (falls im ERP/PPS vorhanden), Arbeitsplätze, Artikel und Stücklisten (falls notwendig)
2. **Upload** von 4APS zum ERP/PPS-System (optional): Rückgabe der Plandaten (geplante Start-/Endetermine der Arbeitsgänge und Aufträge), Übergabe von BDE/MDE-Daten (aus 4BDE, aus 4FAS bzw. der Fastems MMS, aus 4MDE)

Technologisch werden diese Schnittstellen wie folgt realisiert:

1. **Filebasiert** (ASCII, CSV, XML)
2. **SQL-Datenbankgestützt:** Übergabetabellen und SQL-Trigger / Stored Procedures
3. **Webservices:** über beidseitige Webservices = Echtzeitkommunikation

Zu folgenden ERP/PPS-Systemen existieren Standardschnittstellen, die nur kundenspezifisch konfiguriert werden:

- SAP ERP
- Microsoft Dynamics:NAV und AX
- Infor:com, LN
- ABAS
- ams.erp
- Sage Officeline
- und viele mehr.

2 Planung und Optimierung

Kunden-/ Fertigungsaufträge, Arbeitsgänge, Ressourcen und deren Kapazitäten sind die zentralen Elemente der rückstandsfreien Feinplanung. Eine detaillierte Beschreibung der Multiressourcenplanung ist dem 4APS-Prospekt zu entnehmen.

Fertigungsauftrag: Welle kurz 3

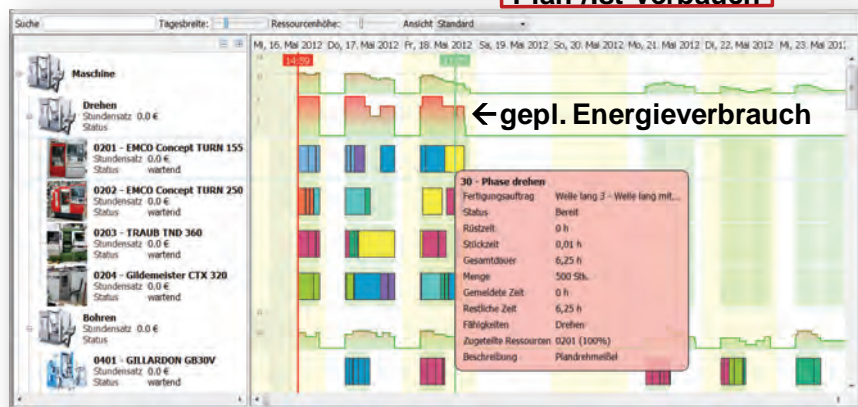
Kundenauftrag: M00006 Liefertermin: 06.06.2012
 Fertigungsauftrag: H0100 Nr. 1
 Name: Welle kurz 3
 Beschreibung: Welle kurz mit Passfeder
 Menge: 1 Einheit: Stück

Liefertermin: 06.06.2012
 Produktionsstufe:
 Artikelnr.: x_3x.xx
 Status: Bereit
 Auftragsart: Muster
 Priorität: Normal
 Geplanter Start:
 Geplantes Ende:

Gepl. Energieverbrauch: 265,00 Wh
 Akt. Energieverbrauch: 0,00 Wh

| Status | Nr. | Kurztext | Text/Wrz. | Menge | Menge... | Fähigkeiten | Rüstzeit | Stückzeit | Gepl. Energie... | IST-Energie | IST-Menge | IST-Zeit | gepl. Start | gepl. Ende |
|--------|-----|--------------|-----------------|-------|----------|-------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|----------|-------------|------------|
| Bereit | 10 | Schruppen | Längsdrehmeißel | 1 | Stück | Drehen | 2,50 Min. | 1,00 Min. | 106,00 Wh | | | | 18.05.2012 | 18.05.2012 |
| Bereit | 20 | Schlichten | Pflandrehmeißel | 1 | Stück | Drehen | 1,80 Min. | 0,25 Min. | 79,50 Wh | | | | 18.05.2012 | 18.05.2012 |
| Bereit | 30 | Phase drehen | Pflandrehmeißel | 1 | Stück | Drehen | 0,00 Min. | 0,75 Min. | 79,50 Wh | | | | 18.05.2012 | 18.05.2012 |

Plan-/Ist-Verbrauch



An dieser Stelle wird auf das Zusatzmodul Energieeffizienzoptimierung eingegangen.

Verbrauchsdaten in den Arbeitsgangstammdaten

Jeder Arbeitsgang enthält heute bereits Informationen über den Verbrauch an Zeit (z.B. Rüst-/Stück-/ Gesamtzeit) sowie Anzahl und Menge/Qualität der benötigten Ressourcen (z.B. welche Maschine, welcher Mitarbeiter, welches Rohmaterial). Mit den Energieverbräuchen kann analog verfahren werden. Dies erlaubt in der Analogie auch eine Vor-/Begleit-/Nachkalkulation mittels Energiestundensätzen. Die Verbräuche können in den Artikelstammdaten gespeichert und direkt auf Angebot, Auftragsbestätigung und Lieferschein aufgedruckt werden. Dies ist keine "Zukunftsmusik" sondern bereits Standard im skandinavischen Raum.

Visualisierung des Energieverbrauchs

Der Energieverbrauch wird mittels X-Y-Diagramm direkt in der Plantafel dargestellt.

Optimierung des Energieverbrauchs

Durch dieses Zusatzmodul kann zusätzlich zur rückstandsfreien Terminierung der Aufträge unter logistischen Gesichtspunkten (z.B. Liefertermintreue, Durchlaufzeiten etc.) die Optimierung unter Berücksichtigung der Energieverbräuche vorgenommen werden. Hierbei wird bei gleichbleibender Termintreue versucht, z.B. durch die Einplanung von verbrauchsintensiven Arbeitsgängen in die Nachtschicht (bzw. Zeiten mit günstigeren Stromkosten) entsprechende Optimierungen vorzunehmen. Ebenso durch virtuelle Losbildung oder durch das Zusammenfassen ähnlicher Arbeitsgänge. Aufgrund des geplanten Auftragsvorrats ist es möglich, Maschinen - die eine einstellbare Zeit nichts zu tun haben - remote abzuschalten (siehe MDE-Hardware).

3 Erfassung und Interaktion

Die Energieverbrauchserfassung sowie Maschineninteraktion besteht aus zwei

1. **4MDE-Server** (Software)

2. **4MDE-Hardware bestehend aus IndustrialPI, Energiemeßgerät und I/O-Hardware**

Aufgabe des 4MDE-Servers ist es, die über die Netzwerkverbindung eintreffenden Daten von der MDE-Hardware zu verarbeiten und in der SQL-Datenbank zu speichern. Weitergehende Details zum MDE-Server sind dem 4MDE-Prospekt zu entnehmen. An jeder Maschine wird ein kleiner Schaltkasten montiert, der Aufbau ist folgender Abbildung zu entnehmen ist und schlüsselfertig geliefert wird.



Energiemessgerät



Die Erfassung des Energieverbrauchs muss aufgrund der 400V in der Maschine geschehen. Hierzu wird das Energiemessgerät auf die Hutschiene im Schaltschrank der Maschine montiert und per Ethernet mit

I/O-Erfassungsmodule



An eine Basisstation können mehrere Erweiterungsmodule angesteckt werden. Folgende Erweiterungsmodule stehen zur Auswahl:

- 16 digitale Eingangssignale (Artnr.: 6004)
- 8 digitale Ein- und 8 Ausgangssignale (Artnr.: 6005)
- 4 analoge Eingangssignale (Artnr.: 6007)
- Mix-Karte mit 8 digitalen Ein-/Ausgangssignalen, 3 analogen Eingangssignalen und ein analoger Ausgang (Artnr.: 6008)

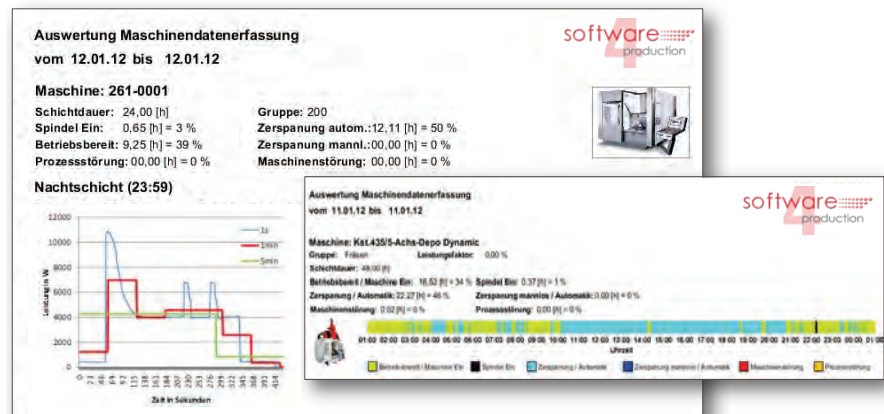
Für die Erfassung von Energieverbräuchen empfehlen wir den Einsatz des Mix-Erweiterungsmoduls. Dieses erlaubt es, mit einem Modul drei analoge Sensorsignale für z.B. Strom, Druckluft oder Kühlschmierstoff zu erfassen, zusätzliche über die digitalen Eingänge und z.B. die Maschinenampel direkt zu erfassen. Ein digitaler oder analoger Ausgang kann für die Remote-Abschaltung der Maschine verwendet werden.

4 Visualisierung und Analyse

Da sämtliche Daten in unserer SQL-Datenbank gespeichert werden, können Auswertungen auf verschiedene Arten realisiert werden:

- **MS Excel o.ä.:** per ODBC auf Views der S4P-Datenbank ("customer-made")
- **Reports:** druck-/exportierbare Auswertungen mittels Reportingtools wie Jaspersoft iReports oder SAP Business Objects ("Shopfloor")
- **interaktive Cockpits:** mit BI-Tools wie QlikView ("Management level")

Für weitergehende Informationen sei auf das 4MGT-Prospekt verwiesen.



Nutzen

Aufgrund der stetig steigenden Energiekosten ist der Produktionsfaktor Energie nicht mehr zu vernachlässigen. Folgender, einfacher Business mit Return-on-Invest (ROI) Berechnung soll den monetären Nutzen verdeutlichen:

Anzahl Maschinen im Unternehmen: 20

ØEnergieverbrauch pro Werkzeugmaschine: 45.000 kwh (2-Schichtbetrieb)

Fiktiver mittlerer Strompreis: 0,15 EUR/kwh

→ **Stromkosten aller Maschinen pro Jahr: 135.000 EUR**

→ **angenommene Einsparung durch Green4Machine: 20% = 27.000 EUR/Jahr**

→ **Break-Even in rund 1,5 Jahren erreicht!**

Projektablauf

1. **Kickoff:** Verabschiedung von Projektplan, Terminen und Verantwortlichkeiten
2. **Pflichtenheft:** Erstellung und Verabschiedung mit Konfigurationspflichtenheft
3. **Lieferung:** Versand der vorkonfigurierten MDE-Hardware
4. **Montage:** Betriebselektriker des Kunden montiert die MDE-Hardware z.B. auf der Hutschiene im Schaltschrank und verkabelt diese mit Ethernet, 24VDC und den in der Konfiguration festgelegten Maschinen-/ Sensorsignalen.
5. **Inbetriebnahme:** per Fernwartung wird die MDE-Software auf dem bereitgestellten Server installiert. Danach erfolgt der Funktionstest.
6. **Plausibilitätscheck:** Gemeinsam mit dem Kunden wird jede Maschine hinsichtlich der Datenplausibilität und -konsistenz hin überprüft.
7. **Echtstartvorbereitung** wie Umzug auf das Livesystem und **Golive / Echtstart**

ÜBER UNS

Mission: Innovative Softwareschmiede und Problemlöser für Industrie 4.0, MES, APS, Digitalisierung, Automatisierung und KI.

Strategie: Entwicklung innovativer Fabriksoftware made-in-Germany als Innovationsführer und Vermarktung über eigene Vertriebskanäle sowie Vertriebs-/ OEM-Partner.

Markt-/Branchenfokus: Kleinbetriebe, mittelständische Industrieunternehmen, Werke von Konzernen des Maschinen-/Anlagen-/Werkzeug-/Formenbaus, der Metall-, Kunststoff-, Automotive-, Aerospace-, Elektronik- oder Verpackungsindustrie.

Produkte und Technologie: Das modulare Lösungsportfolio schließt unterhalb von ERP/PPS-Systemen den Regelkreis von der Arbeitsvorbereitung, Multiressourcenplanung bis hin zur Datenerfassung, Analyse und Aktion in Quasi-Echtzeit. Die von low-cost bis high-end skalierbaren Standard- und Individualsoftware zeichnet sich durch innovative Funktionalität, einfache Bedienbarkeit sowie problemspezifische Flexibilität aus. Die service-orientierte IT-Architektur basiert zu 100% auf Java und ist so unabhängig von Betriebssystem, Hardware oder SQL-Datenbank. Kunden haben damit eine nachhaltige Investitions- und Zukunftssicherheit.

Qualität: DIN ISO 9001:2015 zertifiziert, Entwicklung nach ISO/IEC 29110:2011

Alleinstellungsmerkmale: Innovationen, 100% Java, Problemlösungskompetenz, Best Practices in verschiedenen Branchen, Wandlungsfähigkeit von low-cost bis high-end

Mitgliedschaften: VDI, NC-Gesellschaft, REFA, BITMI

Auszeichnungen: 2010 NOAE-Innovationspreis der Automobilindustrie, 2012 Innovationspreis-IT für Industrie, 2018-2020 Fabriksoftware des Jahres in den Kategorien Industrie 4.0, Manufacturing Execution Systems (MES) sowie Automatisierung und Prozesssteuerung. 2023 Factory Innovation Award in der Kategorie resiliente Fabrik.

The infographic is set against a background of a modern factory floor. It is divided into several sections:

- Profil:**
 - Softwareschmiede und Problemlöser der Industrie
 - Eigenvermarktung + Partner
 - High-end ↔ Low-cost
 - Kundenindividuelle Lösungen
- Awards:**
 - FACTORY INNOVATION AWARD 2023
 - Other award logos and text.
- Kunden:**
 - 150+ Kunden weltweit
 - Teilweise 7/24-Support
 - Von KMU bis Konzern
- Product Categories:**
 - I4.0/MES/Digitalisierung:** Includes a diagram of a factory floor with various process nodes.
 - Automatisierung / KI:** Includes a diagram of a factory floor with various process nodes.
 - ERP-Addons / Specials:** Includes a diagram of a factory floor with various process nodes.

Kontakt

software4production GmbH
www.s4p.de
info@s4p.de