



Pragmatische Umsetzung bezahlbarer Lösungen der Industrie 4.0 in einem kleinen Unternehmen

Autor: Horst Maywald, ELABO GmbH, Crailsheim

Konzeption: Dr. Ulrich G. Schnabel, Projektleiter Organisationsentwicklung
Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO Stuttgart
E-Mail: ulrich.schnabel@iao.fraunhofer.de

Kontaktdaten

ELABO GmbH, Roßfelder Str. 56, 74564 Crailsheim, Germany
Timo Henkelmann, Geschäftsführer, Telefon: +49 7951 307125,
E-Mail: timo.henkelmann@elabo.de



Inhaltsverzeichnis

Abstract	3
Eckdaten	3
Ausgangssituation	4
Motive	4
Industrie 4.0 Anwendung: Leicht umsetzbare I 4.0 Lösungen kombinieren	5
1. Informationssystem für Werker (Elution® Fabriksoftware).....	5
2. Kameragestütztes Prüfsystem für den Wareneingang (WM1 400 mit integrierter Bildverarbeitung).....	5
3. Fahrerloses Transportsystem für Fehlteile (MIR 100 - Mobiler Industrie Roboter)	6
4. Pick by Light	6
5. Gewichtskontrolle im Warenausgang.....	7
Organisation 4.0: Selbstorganisation und Lean-Management in der Produktion	8
1. Agile Selbstorganisation.....	8
2. Nach Lean-Prinzipien gestaltete Prozesse	8
3. Selbstorganisiertes Wissensmanagement durch die Mitarbeiter	9
Vorgehen	9
Erfahrungen	10

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Werkes oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Urhebers in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert, verändert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Abstract

ELABO entwickelt und fertigt ergonomische Arbeitsplätze für alle Bereiche in einem Unternehmen, die sowohl die innovativen Möglichkeiten der Digitalisierung als auch die Potenziale von dezentralen Prozessen und agiler Selbstorganisation unterstützen. Ziel ist es, die Produktivität und die Agilität zu erhöhen und gleichzeitig die Beschäftigten zu entlasten, denn die Komplexität und die Variantenvielfalt der Arbeitsaufgaben nimmt stark zu, gleichzeitig sinkt die Zahl der verfügbaren Fachkräfte (Fachkräftemangel).

Diese Arbeitsplätze vernetzt ELABO auch in dem eigenen Unternehmen, vom Wareneingang, Produktion, Service und Warenausgang mit verfügbaren, praxiserprobten Bausteinen weiterer Hersteller zum zukunftsfähigen Produktionssystem. Drehscheibe der Digitalisierung ist ein Informationssystem für die Werker (Elution® Fabriksoftware). Die Mitarbeiter können multimediale Informationen zu jedem Arbeitsschritt in der für sie angemessenen Detaillierung und Sprache abrufen. Außerdem realisiert die Fabriksoftware konfigurierbare Schnittstellen zu weiteren Systemen, etwa Pick by Light, ein fahrerloses Transportsystem für Fehlteile, ein kameragestütztes Prüfsystem für den Wareneingang mit integrierter Bildverarbeitung und ein Kontroll- und Dokumentationssystem im Warenausgang.

Die digitalen Systeme entlasten die Beschäftigten nicht nur, sondern sie schaffen die notwendige Transparenz und Information für Lean-Production und agile Selbstorganisation. Im Mittelpunkt steht ein Wissensmanagement, das die Beschäftigten selbst organisieren, sie können dadurch höherwertige Aufgaben übernehmen.

Auch kleine KMU´s können heute schon Lösungen der Industrie 4.0 einführen. Praxiserprobte, bezahlbare und leicht umsetzbare Bausteine sind verfügbar und können ohne Expertenstab realisiert werden.

Eckdaten

ELABO GmbH als typisches KMU mit 185 Mitarbeitern am Standort Crailsheim versteht sich als Technologieführer für intelligente Arbeitsplatzsysteme sowie Montage- und Prüfanlagen in der industriellen Serienfertigung. Darüber hinaus bietet ELABO seinen Kunden auch die Digitalisierung und Optimierung von Arbeitsprozessen an. Hochwertige Geräte, Software, Prüfsysteme und Mobilien werden von unseren Kunden in Ausbildung, Forschung und Entwicklung, Produktion und Qualitätssicherung sowie im Service eingesetzt.

ELABO plant, entwickelt und stellt Arbeitsplatzsysteme für Elektrolabore, für die berufliche Ausbildung, für den Service, für die Entwicklung und für die Montage her. Das Spektrum reicht vom individuellen Arbeitstisch bis zu komplett vernetzten Systemen.

Die Fabriksoftware Elution® unterstützt die Mitarbeiter durch Variantenmanagement, Werkerführung, Daten- und Qualitätsmanagement. Dieses innovative Leistungsangebot setzt ELABO auch in der eigenen Montage und Logistik ein.

Die Teachware „Lern-Kit für Industrie 4.0“ ist eine Kombination aus Software und Lernmaterialien inkl. selbstständig umsetzbarer Lernbeispiele mit Praxisbezug für Arbeiten in der Metall- und Elektrobranche.

Ausgangssituation

In der Montage der Arbeitsplatzsysteme und in der vorgelagerten Logistik vom Wareneingang bis zur Bereitstellung arbeiten jeweils ca. 13 Beschäftigte.

Die Komplexität und die Variantenvielfalt der Arbeitsplatzsysteme nehmen stark zu. Die Arbeitsplatzsysteme haben zwar einen standardisierten Grundaufbau, sind aber bezüglich der Abmessungen parametrisierbar. Außerdem können sie mit einer großen Zahl unterschiedlicher, teilweise kundenspezifischer Ein- und Anbauelemente ausgestattet werden. Kunden erwarten immer mehr Einzellösungen zu Kosten und Lieferzeiten von Serienprodukten. Produktivität und Agilität müssen erhöht werden, ohne die Beschäftigten höher zu belasten.

Gleichzeitig sinkt die Zahl der verfügbaren Fachkräfte (Fachkräftemangel). Arbeitsanleitungen und Mitarbeiterschulungen im Tagesgeschäft werden erforderlich. Die dabei geeignete Detaillierung hängt von der Qualifikation und Erfahrung des jeweiligen Mitarbeiters ab. Vor dem Hintergrund der Globalisierung nimmt die Vielfalt an Sprachen zu.

Um die neuen Anforderungen zu bewältigen, können die Möglichkeiten innovativer Organisation und digitaler Technologien genutzt werden. Am Markt verfügbare Einzelkomponenten werden zu einem Produktionssystem kombiniert, das schrittweise weiter ausgebaut werden kann.

Entsprechend der Unternehmenskultur setzt ELABO auch in der Produktion auf eine dezentrale, situative Selbstorganisation durch die Beschäftigten.

Motive

Ziel ist die Optimierung und Dezentralisierung der Prozesse in der Produktion von Arbeitsplatzsystemen, um die Produktivität und die Agilität zu erhöhen und gleichzeitig die Beschäftigten zu entlasten.

ELABO verfolgt dabei vier Grundsätze:

1. Der Transformationsprozess erfolgt in Selbstorganisation durch die Produktionsmitarbeiter.
2. Die für eine eigenverantwortliche Organisation und Selbststeuerung erforderliche Transparenz auf dem Shopfloor wird durch Prozesse, die nach Lean-Prinzipien gestaltet sind, gewährleistet.
3. Das Wissen erfahrener Mitarbeiter wird digitalisiert und papierbezogene Arbeitsanweisungen werden durch digitale ersetzt. Im Mittelpunkt stehen die Anleitung der Beschäftigten bei kundenspezifischen Varianten und Sonderaufgaben sowie eine Mitarbeiterschulung im Tagesgeschäft.
4. Wie in jeder Produktion fallen auch repetitive Aufgaben an. Diese werden durch möglichst einfache Lösungen automatisiert. Insbesondere Prüfschritte und Dokumentationen, sowie einfache Traceability-Lösungen sollen etabliert werden.

Industrie 4.0 Anwendung: Leicht umsetzbare I 4.0 Lösungen kombinieren

1. Informationssystem für Werker (Elution® Fabriksoftware)

Papierbezogene Arbeitsanweisungen werden durch digitale ersetzt. Bei bereits vorhandenen Aufträgen wird das Wissen erfahrener Mitarbeiter in der Montage in Eigenregie digitalisiert. Die Arbeitspläne neuer Produkte werden über einen Konfigurator automatisch erstellt.

Bei der Montage wird automatisch die Arbeitsanweisung zum Arbeitsschritt der Produktvariante herangezogen. Ohne zu suchen erhält der Mitarbeiter die richtigen Informationen zur richtigen Zeit und kann seinen Aufgaben auf Anhieb stressfrei nachgehen. So werden Produkte oder seltene Varianten auf Anhieb von jedem Mitarbeiter korrekt montiert und geprüft. Das ermöglicht einen flexiblen Einsatz der Mitarbeiter dort, wo sie aktuell benötigt werden.

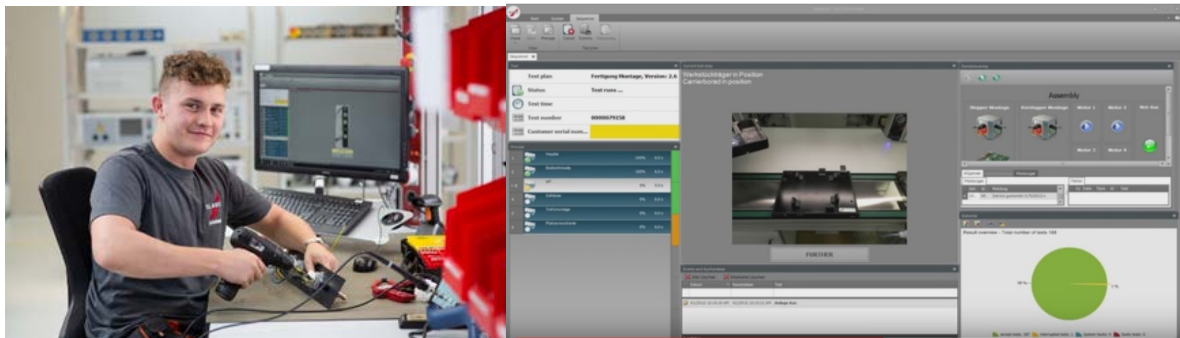


Abbildung 1: Bereitstellung von Information zum Arbeitsschritt

Die Mitarbeiter können Informationen zu jedem Arbeitsschritt in der für sie angemessenen Detaillierung und Sprache abrufen, beispielsweise per Bild und Video. Auf diese Weise können selbst neue Mitarbeiter komplexe Arbeitsplatzsysteme montieren. Weniger Rückfragen und geringere Betreuungsaufwände führen so zu schnellen Effizienzsteigerungen bei den einzulernenden Mitarbeitern aber auch bei den erfahrenen Kollegen, die sie dabei betreuen. Gleichzeitig findet durch die Anleitung eine Mitarbeiterschulung im Tagesgeschäft statt.

Prüfschritte werden automatisch durchgeführt und dokumentiert. Die Informationen werden direkt mit der digitalen Produktakte verknüpft. Alle Daten, die während der Produktion anfallen, werden produkt- und arbeitsschrittbezogen gespeichert und sind durch automatisierbare Reports ISO-konform dokumentiert und revisionssicher abgelegt. Eine durchgängige Produktdatenrückverfolgung wird so sichergestellt.

2. Kameragestütztes Prüfsystem für den Wareneingang (WM1 400 mit integrierter Bildverarbeitung)

Im Wareneingang werden sämtliche Warenlieferungen entgegengenommen, geprüft und erfasst. Bei einfachen Serienteilen erfolgt eine Stichprobenprüfung. Komplexe Wiederholteile sowie Sonderteile für Anlagen, dies sind in der Regel Fräß- oder auch Drehteile, die nach Zeichnung gefertigt werden, werden vermessen. Das ist sehr aufwändig und erfordert ein gewisses Know-How, welches im Wareneingang nicht immer vorhanden ist.

Die Vermessung von anspruchsvollen Zeichnungsteilen erfolgt heute durch ein automatisches Prüfsystem mit hochgenauer Kameratechnik. Die Werkstücke werden auf einem Präzisionsschiebeschlitten verfahren und automatisiert vermessen. Im CAD Programm kann der

Konstrukteur bereits relevante Maße kennzeichnen (spezifischer CAD Layer), die vom Messsystem direkt übernommen und geprüft werden.

3. Fahrerloses Transportsystem für Fehlteile (MIR 100 - Mobiler Industrie Roboter)

Montagen werden immer wieder durch fehlende Teile gestört, etwa wegen Qualitätsmängeln oder Fehlern in vorgelagerten Prozessen. Die entsprechenden Teile müssen schnell nachgeliefert werden, damit der Montageprozess nicht unterbrochen wird. Unvorhergesehene Transportvorgänge stören jedoch den Logistikbereich. Deshalb wird zwischen Lager und Montage ein fahrerloses Transportsystem eingesetzt, das Fehlteile schnell und automatisch nachliefert.



Abbildung 2: Das fahrerlose Transportsystem „Schorsch“.

Mit diesem Transportsystem, das von den Mitarbeitern inzwischen liebevoll „Schorsch“ genannt wird, erfolgt zusätzlich der Abtransport von Fertigteilen in den Warenausgang. Mit der Fertigmeldung des Auftrages bei der Montage wird der Transportauftrag automatisiert ausgeführt.

4. Pick by Light

Bei Verwechslungsgefahr wird zur Identifizierung des zu verbauenden Materials ein Pick by Light System eingesetzt. Eine einfache Meldeleuchte zeigt dem Mitarbeiter an, aus welchem Behälter er das Material für den nächsten Arbeitsschritt entnehmen soll. Der Werker bestätigt durch Tastendruck die Entnahme und der nächste Montageschritt wird angezeigt. Eine Entnahmekontrolle findet nicht statt, die Verantwortung bleibt beim Mitarbeiter.



Abbildung 3: Pick by Light

5. Gewichtskontrolle im Warenausgang

Der Verpackungsvorgang im Warenausgang wird digital angeleitet und über Checklisten bestätigt und dokumentiert. Zusätzlich erfolgt eine Wiegung der verpackten Produkte und es erfolgt ein Soll- und Ist-Abgleich in Abstimmung mit der Gewichtsangabe im ERP System.

Optional kann mit einer angebotenen Kamera dokumentiert werden, welche Produkte verpackt wurden. Die Bilder werden dem Auftrag automatisch zugeordnet.



Abbildung 4: Der Verpack-Arbeitsplatz (Konzept)



Abbildung 5: Der Verpack-Arbeitsplatz (Realisierung)

Organisation 4.0: Selbstorganisation und Lean-Management in der Produktion

1. Agile Selbstorganisation

Die Mitarbeiter erhalten pro Kalenderwoche ein an den Soll-Kapazitäten ausgerichtetes Arbeitspaket, das spätestens bis freitags zur Mittagszeit abgearbeitet werden muss. Der einzelne Mitarbeiter entscheidet selbstständig die Reihenfolge der Abarbeitung. Dabei hilft ihm ein einfaches Ampelsystem bei den vorkommissionierten Auftragsteilen. Grün bedeutet, dass der Auftrag komplett kommissioniert ist, gelb besagt, dass er weitestgehend vollständig ist. Damit wird Verschwendung vermieden, da der Mitarbeiter sich auf die Aufträge konzentriert, die er ohne Unterbrechung bearbeiten kann.

Die Mitarbeiter entscheiden auch selbstständig die Anordnung der mobilen Tische (Reihe, U-Form, L-Form usw.) zur bestmöglichen Abarbeitung der Montageaufträge.

Zusätzlich findet jeden Morgen eine Regelkonferenz in der Produktion statt. An dieser nimmt aus allen Abteilungen, also vom Vertrieb bis zum Versand, je ein Teammitglied teil. An einem Großbildschirm, ähnlich dem Aktive Cockpit von Bosch Rexroth, werden die anstehenden Aufträge für den Tag besprochen. Nur bei Abweichungen vom Plan werden die Teammitglieder tätig, verteilen die Tagesaufgaben neu und tragen diese sofort in das Terminal (Großbildschirm) ein.



Abbildung 6: Regelkonferenz in der Produktion

2. Nach Lean-Prinzipien gestaltete Prozesse

Lean-Management schafft Transparenz für Selbstorganisation und entlastet die Mitarbeiter. Ein respektvoller Umgang mit Menschen und ständige Weiterbildung setzen den Rahmen. Digitale Systeme unterstützen die Mitarbeiter bei Sonderaufgaben und automatisieren Routineabläufe.

5 S wird strikt umgesetzt. Ziel ist es, Qualität beim ersten Versuch zu erzeugen.

Just-in-Time-Konzepte verbessern den Fluss von Material oder Information. Dazu wurde der Wertstrom identifiziert, an der Kundenleistung ausgerichtet und zum Fließen gebracht. Mobile Arbeitstische erhalten die Flexibilität.

Ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) setzt das Streben nach Perfektion um. Der Status quo wird ständig in Frage gestellt, um Verschwendung und nicht Wert erzeugende Prozesse zu vermeiden. Was sich bewährt wird standardisiert, damit wir das Rad nicht immer neu erfinden.

Damit sich die Montagemitarbeiter auf wertschöpfende Tätigkeiten konzentrieren, erfolgt eine Trennung von Wertschöpfung und Logistik. Die Teile Ver- und Entsorgung erfolgt durch Logistikmitarbeiter und/oder das fahrerlose Transportsystem „Schorsch“.

3. Selbstorganisiertes Wissensmanagement durch die Mitarbeiter

Das für das Unternehmen relevante Wissen soll produktiv genutzt werden. Wissen ist also eine Ressource, die jedes Unternehmen nutzbar machen soll. Ziel der Einführung der Elution® Fabriksoftware (siehe oben) war, das Wissen im Unternehmen (in den Köpfen der Mitarbeiter) transparent und für alle Mitarbeiter zugänglich zu machen, die im Prozess eingebunden sind.

Die Vorteile für ELABO

- Erfolgreiche Prozesse und gute Arbeitsergebnisse werden sichtbar und können für zukünftige Projekte gesichert werden.
- Neue Mitarbeiter werden schneller eingearbeitet.
- Vermeidung, dass Wissen in Rente geht und dem Unternehmen so erhalten bleibt.
- Im Unternehmen vorhandene Kompetenzen werden transparent.
- Abläufe werden stetig verbessert.

Vorgehen

Veränderungen scheitern, wenn sie von den Mitarbeitern des Unternehmens abgestoßen, oder deren Nutzen nicht erkannt wird. Auch entstehen wirklich gute und funktionierende Lösungen nur, wenn man auf die Ideen und das Fachwissen der Mitarbeiter zurückzugreift. Jeder Veränderungsprozess bei ELABO wird deshalb gemeinsam mit den Mitarbeitern geplant und umgesetzt.

Das Vorgehen gliedert sich in folgende sechs Schritte, in die jeweils die betroffenen Mitarbeiter und der Betriebsrat einbezogen werden:

1. Step: Aufnahme der Ist-Prozesse, um Fehler und Verschwendungen zu erkennen.
2. Step: Die Kosten der identifizierten Verschwendungen ermitteln und auflisten.
3. Step: Formulierung von "Soll-Zuständen" und konkreten Umsetzungsmaßnahmen inkl. Umsetzungs-Controlling.
4. Step: Die neuen Prozesse in der Elution® digital erfassen. Die erste Umsetzung erfolgt in der Spielwiese, unserer Modellfabrik, und wird erst dann in der Fertigung eingesetzt.
5. Step: Mitarbeiter aus allen im Prozess beteiligten Abteilungen schulen.
6. Step: Schnittstelle zum ERP System erstellen.

Daueraufgabe: Lernen von anderen Unternehmen und aktive Mitarbeit in Forschungsprojekten.



Abbildung 7: Gemeinsame Planung mit den Mitarbeitern

Erfahrungen

Auch kleine KMU's können heute schon Lösungen der Industrie 4.0 einführen. Praxiserprobte, bezahlbare und leicht umsetzbare Bausteine sind verfügbar und können ohne Expertenstab realisiert werden. Es braucht keine allumfassenden, monolithischen Systeme. Mit den Bausteinen unterschiedlicher Anbieter kann Industrie 4.0 schrittweise aufgebaut werden. Nicht alles ist digitalisiert und voll automatisch.

Der Mensch steht auch weiterhin im Mittelpunkt. Die Menschen sind willens und in der Lage agil und digital unterstützt zu arbeiten, wenn sie verantwortlich eingebunden und an die neuen Aufgaben geeignet herangeführt werden.

Die Weiterentwicklung zur schlanken, agilen Organisation in Verbindung mit dem verstärkten Einsatz digitaler Systeme führte für die Mitarbeiter zu höherwertigen Arbeitsaufgaben. Sie organisieren und steuern heute weite Teile des Tagesgeschäfts selbsttätig. Das Wissensmanagement erledigen die Beschäftigten der Montage in eigener Regie. Eine Monteurin hat sich in die Elution® Fabrikssoftware eingearbeitet, die Prozesse entwickelt und Hardware, etwa einen Lichtkasten für Produktfotos beschafft. Gemeinsam mit den anderen erfahrenen Monteuren digitalisiert sie Wiederholaufträge, die

früher schon einmal produziert wurden. Damit stehen Arbeitsunterlagen zur Verfügung, mit denen auch weniger erfahrene Mitarbeiter aufwändige Aufträge selbständig montieren können.

Die digitalen Arbeitsunterlagen sowie die Transparenz durch Lean-Management haben die Einarbeitung von neuen Mitarbeitern und Leiharbeitern wesentlich erleichtert und beschleunigt. Die Dauer der Anleitung durch erfahrene Kollegen hat sich stark verkürzt. Die Lernenden werden vom System unterstützt und fühlen sich nicht beaufsichtigt oder unter Druck gesetzt, und die erfahrenen Mitarbeiter können sich früher wieder ihrer eigentlichen Arbeit widmen.

Seit Corona hat sich gezeigt, dass die Digitalisierung der Unterlagen richtig war. Derzeit steht der Fachkräftemangel nicht an erster Stelle, vielmehr war Agilität gefragt. Durch die Corona bedingten Abstandsregelungen am Arbeitsplatz wurden zwei Maßnahmen beschlossen. Zum einen wurde ein Zweischichtbetrieb in der Produktion eingeführt, außerdem machen wir Teilzeitarbeit von Montag bis Mittwoch und dann übernimmt ein neuer Mitarbeiter von Mittwoch bis Freitag. Dadurch wird oftmals ein Produkt nacheinander von zwei Mitarbeitern gefertigt. In beiden Fällen hat sich gezeigt, dass die Übergabe ohne großen Gesprächsbedarf vorstattenging.

Trotz der zusätzlichen Aufwände für Selbstorganisation und Wissensmanagement ist die Gesamtproduktivität weiter gestiegen. In 2019 wurde eine Umsatzsteigerung von 10 % mit dem gleichen Personal und ohne einen Aufbau der Stundenleistungen erreicht. Die Fremdleistungen wurden sogar weniger. Ein genauere Vergleich kann nicht durchgeführt werden, da wir laut Betriebsvereinbarung keine personenbezogenen Daten auswerten dürfen.

Eine Entlastung der Mitarbeiter resultiert aus der Übertragung von Nebenaufgaben an technische Systeme. Beispiele sind Prüfen, Dokumentieren, Kontrolle und Transport. Dazu kommen eine spürbare Reduzierung von Suchaufwänden nach Unterlagen und Fehlteilen sowie die Effekte aus zahlreichen kleinen Optimierungen durch die Mitarbeiter.

Die Lieferzeiten, die Liefertreue und die Qualität waren bei ELABO immer schon sehr gut. Im laufenden Geschäftsjahr 2020 wurden die Lieferzeit für die Kunden wegen Corona bedingter Kurzarbeit, Schichtbetrieb und Teilzeitarbeit in der Regel nur um eine Woche erhöht. Diese Lieferzeitzusagen wurden eingehalten und die Qualität ist unverändert hoch.