

GAPro mbH
Gesellschaft für Automation und Prozesstechnik mbH
Goethestr. 1a
74855 Haßmersheim



Vorhaben:
**„Ganzheitliche Energie- und Ressourcenoptimierung
in der industriellen Fertigung von Lackaerosolen
durch vernetzte elektronische Steuerungen“**

**Abschlussbericht über ein FuE-Projekt,
gefördert unter dem Aktenzeichen AZ 28366 Referat 21/0 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)**

von

Achim Kraft
GAPro mbH
Gesellschaft für Automation und Prozesstechnik mbH
Tel.: 06266/9201-10
E-Mail: A.Kraft@gapro.biz

März 2013

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



| | | | | | |
|------------------------------|---|-------------------|-----------------|----------------|------------------------|
| Az | 28366 | Referat | 21/0 | Fördersumme | 120.000,00 Euro |
| Antragstitel | „Ganzheitliche Energie- und Ressourcenoptimierung in der industriellen Fertigung von Lackaerosolen durch vernetzte elektronische Steuerungen“ | | | | |
| Stichworte | Verfahren, Energie, Ressourcen, Optimierung, industrielle Fertigung | | | | |
| Laufzeit | Projektbeginn | Projektende | Projektphase(n) | | |
| 22 Monate | 04.11.2010 | 31.08.2012 | 1 | | |
| Zwischenbericht | 31.05.2011 | | | | |
| Bewilligungsempfänger | GAPro mbH Gesellschaft für Automation und Prozesstechnik mbH Herr Achim Kraft Goethestr. 1a 74855 Haßmersheim | | | Tel: | 06266/9201-10 |
| | | | | Fax: | 06266/9201-9 |
| | | | | Projektleitung | Herr Achim Kraft |
| | | | | Bearbeiter | Herr Achim Kraft |

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Ziel des geplanten Forschungsvorhabens war die Entwicklung eines vernetzten elektronischen Steuerungssystems mit Anbindung an die Gesamtanlage zur Lackaerosolherstellung und deren Komponenten zur ganzheitlichen Energie- und Ressourceneinsparung. Die zu entwickelnde zentrale Steuerung wurde am Beispiel der industriellen Fertigung von Lackaerosolen entwickelt und demonstriert. Die zentrale Steuerung dient als Prototyp zum Nachweis des Funktionsprinzips zur Untersuchung der Steuerungsparameter und zur Evaluation möglicher weiterer Anwendungsgebiete. In einer ersten Projektphase war eine Demonstration des neuen Steuerungsverfahrens am Beispiel der industriellen Fertigung von Lackaerosolen bei der Firma MotipDupli, europäischer Marktführer in der Herstellung von Lackaerosolen, vorgesehen. Das Steuerungsmodell wurde in unterschiedliche Module je betrachtetes Medium aufgebaut.

Anlass des Vorhabens ist, dass aufgrund des Einsatzes von dezentralen Steuerungen in industriellen Fertigungsanlagen im Bereich der Lackaerosolherstellung, der Energieeinsatz und die Energieverbräuche in Fertigungsbetrieben bisher nur lokal und einzeln erfasst werden können. So werden Maschinen und Anlagenkonstellationen morgens ein- und abends ausgeschaltet, ungeachtet der Notwendigkeit. Betrachtet man den Energieverbrauch, so sind hier große Einsparpotenziale möglich, ohne betriebliche Notwendigkeiten einzuschränken. Aus diesem Grunde haben Fertigungsbetriebe das Interesse, neue zentrale Steuerungslösungen in deren Fertigungslinien einzusetzen.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Folgende Arbeiten wurden in nachfolgende Phasen sowie Arbeitspakete unterteilt:

Phase I: Vorbereitungs- und Konzeptphase

- AP 1: Recherchen zum Stand der Technik
- AP 2: Voruntersuchungen
- AP 3: Konzeption des Gesamtsystems
- AP 4: Pflichtenheft

Phase II: Entwicklungsphase

- AP 5: Entwicklung der Steuerung (Anlagentopologie)
- AP 6: Entwicklung des Signalverarbeitungssystems
- AP 7: Entwicklung und Integration der Steuerungen

Phase III Test- und Optimierungsphase

AP 8: Aufbau Prototyp

AP 9: Versuchsdurchführung (Feld- / Anwendertests)

AP 10: Optimierung

AP 11: Dokumentation

Ergebnisse und Diskussion

Es konnte ein zentrales Steuerungssystem geschaffen werden, wodurch der Umgang mit Energie effizienter gestaltet wird, Maschinen- und Anlagenkomponenten autark betrieben werden können, Daten übergreifend zur Verfügung stehen und offene Auswertungen ermöglicht werden. Die Konzeption und Entwicklung einer Datenerfassung durch intelligente Schnittstellen (Datenaustausch) und bitverarbeitende Signalauswertungen durch eine Vernetzung der Einzelmaschinensteuerungen mittels einer „übergeordneten“ Hierarchie zur Erfassung, Aufbereitung der Daten der Module und deren Ordnung zur weiteren Auswertung und Nutzung bildet dabei die Basis. Die erhaltene Datenstruktur kann einheitlich genutzt werden. Der Anwender erhält eine umfassende Transparenz seines Prozesses und die Möglichkeit, den Energieeinsatz und die Energieverbräuche zu reduzieren. Die angestrebten Ziele wurden damit erreicht. Die Auswertung der Aufzeichnungen des Energieeinsatzes durch die Fa. MotipDupli zeigen deutlich, dass sowohl Ressourcen als auch Kosten eingespart werden können. Somit konnte die Firma GAPro mbH die Erwartungen, sowohl auf der Produktions- wie auch auf der Produktseite weitestgehend erfüllen. Dies konnte am Demonstrationsbeispiel bei der Firma MotipDupli gezeigt werden. Durch die Einführung eines vierten Produktionsbandes bei Fa. MotipDupli Mitte 2012 war es für die Firma GAPro jedoch schwierig, den tatsächlichen Energieverbrauch ermitteln zu können. Gleichzeitig stellte die Firma MotipDupli für das Projekt nur für den Gesamtbetrieb die Energiewerte zur Verfügung. Dies und die Integration eines vierten Bandes verzerrte die Ergebnisse der Energiewerte zusätzlich und macht einen Vergleich der Jahre 2010 (vor Integration der Steuerung) mit 2012 (nach Integration der Steuerung) nicht direkt möglich. Daher wurden die Werte aus der ersten Jahreshälfte 2012 auf das Gesamtjahr hochgerechnet um einen Vergleich mit den Vorjahren vornehmen zu können. Tendenziell ist eine Energieeinsparung und damit eine Reduzierung der CO₂-Emissionen in den Jahren 2010 bis 2012 deutlich zu erkennen. So konnte in Summe im Jahr 2012 eine Energieeinsparung von 206.330 kWh und damit eine CO₂-Ersparnis von ca. 123.798 kg nachgewiesen werden.

Die Demonstration des zentralen Steuerungsverfahrens konnte somit am Beispiel der industriellen Fertigung von Lackaerosolen gezeigt werden. Der erfolgreiche Projektabschluss öffnet den Weg für die Entwicklung eines kleinserientauglichen Steuerungssystems für unterschiedliche Anwendungen, welches in Phase II erarbeitet werden soll.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Ergebnisse dieses Projektes sollen weltweit vermarktet werden. Hierzu wurde das Vorhaben bereits konkreten Kunden aus unterschiedlichen Branchen vertraulich vorgestellt, wie z.B. Arzneimittel/Gesundheit: Fa. Dr. TheissNaturwaren, Körperpflege: Fa. Mann & Schröder GmbH, Chemie: Fa. Münzing Chemie, Instandsetzung: Fa. Bilfinger Industrial Services und Automation: Fa. Fibro Lämpfle Technology. Dadurch ist ein breitenwirksamer Einsatzbereich des neuen Steuerungsverfahrens sichergestellt, wodurch ein großer Markt bedient werden kann. Einsatzmöglichkeiten des neuen Steuerungsverfahrens sind grundsätzlich: Optimierung von Repromaßnahmen, Neuanlagen sowohl in der Konzeption als auch im Betrieb sowie neue Anlagen, die bereits ein Konzept zur Schnittstelle zu GISSE vorsehen. Des Weiteren sind Veröffentlichungen und Vorträge, sowohl über Direktkontakt, aber auch über Printmedien geplant. Nach Abschluss der Phase II und Weiterentwicklung der Modultechnik ist ggf. die Teilnahme an einer einschlägigen Fachmesse zur Markterschließung denkbar.

Fazit

Das Projekt verlief weitestgehend zur vollen Zufriedenheit. Die Feldversuche bei der Firma MotipDupli bestätigen den Trend, dass zentrale Steuerungssysteme, wie im vorliegenden Projekt, zukünftig stark nachgefragt werden. Auch von den Maschinenherstellern sind positive Resonanzen zu vernehmen. Die Bereitschaft für eine Anwendung ist vorhanden, so dass derzeit alle Punkte für eine erfolgreiche Realisierung der zweiten Phase sprechen. In dieser soll die Adaption der zentralen Steuerung an Anlagen verwandter und in weiteren Schritten an beliebige Fertigungslinien erfolgen. Hierzu müssen die Module des Steuerungssystems entsprechend weiterentwickelt werden.

Inhaltsverzeichnis:

| | |
|--|-----------|
| Projektkennblatt | 2 |
| Abbildungsverzeichnis | 5 |
| Tabellenverzeichnis | 6 |
| 1. Zusammenfassung | 7 |
| 1.1 Durchgeführte Untersuchungen, Entwicklungen, Modellanwendungen mit Angabe des Ziels | 7 |
| 1.2 Erzielte Ergebnisse | 8 |
| 1.3 Empfehlungen für das weitere Vorgehen | 8 |
| 2. Einleitung..... | 9 |
| 2.1 Ausgangssituation..... | 9 |
| 2.2 Zielsetzung | 10 |
| 2.3 Inhaltliche Änderung / Laufzeitverlängerung | 11 |
| 3. Hauptteil..... | 11 |
| 3.1 Darstellung der Arbeitsschritte | 11 |
| 3.2 Ergebnisse und Diskussion | 16 |
| 3.2.1 AP 1: Recherchen zum Stand der Technik | 16 |
| 3.2.2 AP 2: Voruntersuchungen | 16 |
| 3.2.3 AP 3: Konzeption des Gesamtsystems | 16 |
| 3.2.4 AP 4: Pflichtenheft | 20 |
| 3.2.5 AP 5: Entwicklung der Steuerung (Anlagentopologie) | 20 |
| 3.2.6 AP 6: Entwicklung des Signalverarbeitungssystems | 22 |
| 3.2.7 AP 7: Entwicklung und Integration der Steuerungen..... | 23 |
| 3.2.8 AP 8: Aufbau Prototyp | 34 |
| 3.2.9 AP 9: Versuchsdurchführung (Feld- / Anwendertests)..... | 35 |
| 3.2.10 AP 10:Optimierung | 35 |
| 3.2.11 AP 11:Dokumentation..... | 35 |
| 3.3 Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung | 35 |
| 3.4 Ausblick / Anschlussarbeiten | 39 |
| 4. Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation | 40 |
| 5. Fazit..... | 41 |
| Anlage | 42 |
| A Interne Projektbewertung durch den Bewilligungsempfänger...42 | |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Anlagenlayout | 20 |
| Abbildung 2: „Spinnenartiger“ Aufbau des Datenkonzentrators (Informationssystem) | 21 |
| Abbildung 3: Manuelle Abluftsteuerung | 22 |
| Abbildung 4: Aufruf Modul Schichtmodell | 23 |
| Abbildung 5: Modul Schichtmodell (Programmierung)..... | 23 |
| Abbildung 6: PC mit Bildschirm im Schaltschrank (Informationssystem)..... | 24 |
| Abbildung 7: Phoenix ILC-Steuerung | 24 |
| Abbildung 8: Steuerung der Abfüllmaschine mit Ethernet Anbindung ans Informationssystem (siehe Pfeil)..... | 25 |
| Abbildung 9: Soll- und Ist-Stückzahlerfassung | 25 |
| Abbildung 10: Schichtmodell | 26 |
| Abbildung 11: Modul Beleuchtung | 27 |
| Abbildung 12: Modul Druckluft Kompressor..... | 28 |
| Abbildung 13: Modul Druckluftverbrauch | 29 |
| Abbildung 14: Konfiguration..... | 30 |
| Abbildung 15: Bedienung | 31 |
| Abbildung 16: Speicherung der Daten in einer SQL-Datenbank..... | 31 |
| Abbildung 17: Importieren von der Datenbank | 31 |
| Abbildung 18: Tabellenauswertung der eingelesenen Daten | 32 |
| Abbildung 19: Konfiguration der Anlage | 32 |
| Abbildung 20: Einstellungen von Prioritäten Störmeldungen..... | 33 |
| Abbildung 21: Hardwareschema Informationssystem..... | 33 |
| Abbildung 22: direkte Pausensteuerung / Bedienung an der Abfüllanlage | 34 |
| Abbildung 23: Stromverbrauch, Druckluftverbrauch und Gesamtstückzahlverlauf über die Projektlaufzeit bei Fa. MotipDupli betrachtet | 38 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Energieverbräuche pro Jahr bezogen auf die Gesamtstückzahl bei Fa. MotipDupli..... | 36 |
| Tabelle 2: Stromkosten pro Monat bezogen auf Stückzahlen über die Projektlaufzeit bei Fa. MotipDupli..... | 37 |
| Tabelle 3: Energieeinsparung..... | 38 |

1. Zusammenfassung

1.1 Durchgeführte Untersuchungen, Entwicklungen, Modellanwendungen mit Angabe des Ziels

Im Rahmen des Projektes „Ganzheitliche Energie- und Ressourcenoptimierung...“ war es Ziel der Untersuchungen, die Entwicklung eines vernetzten elektronischen Steuerungssystems mit Anbindung an die Gesamtanlage zur Lackaerosolherstellung und deren Komponenten zur ganzheitlichen Energie- und Ressourceneinsparung durchzuführen. Wesentliche technische und ökologische Kriterien des **GAPro-Integrierten Systems Spart Energie (GISSE)** waren:

modular:

Grundgerüst ist eine PC-basierte Einheit. Die Maschinen- und Anlageneinheiten werden durch ein Datennetz verknüpft. Diese Struktur ist so angelegt, dass sowohl einfache digitale Signale als auch Datenpakete verschickt werden können. Ebenso erfolgen hierüber die Steuer- und Regelfunktionen.

skalierbar:

Die Signal-/Steuereinheiten an den Erfassungseinheiten reichen von einfachen konventionellen Komponenten, unidirekt bis zu OPC-Verbindungen, abgesetzter Intelligenz im „Knoten“.

integrierbar:

Sowohl in der Feldebene als auf der Datenebene basiert und orientiert sich das System an „marktüblichen“, eingeführten Standardverfahren.

offen:

Die Informationen (Daten) werden auf Datenbanken, wie z.B. SQL, XLM, usw. abgelegt. Durch eine klare Struktur von Spalten usw. stehen somit die erfassten Daten für die Anwendungen zum Zugriff bereit.

auswerten:

Die Daten werden als Schnittstelle bereitgehalten. Der Anwender kann diese „offenen Daten“ in seine ihm bekannte Umgebung einbinden. Gezielt soll eine einfache Implementierung in die „office-Welt“ möglich sein.

übergreifend:

So werden die gewünschten Informationen und Darstellungen z.B. bei der Instandhaltung andere Kenngrößen sein, als bei der QM, Einkauf oder Produktionsleitung, usw.

eingreifen / steuern / regeln:

Über die Infrastruktur des Systems sind, je nach Ausbaustufe,

- manuelle,
- automatische (z.B. nach Planvorgaben) oder
- anlagengenerierte Zugriffe (Momentanauslastungen, Verbräuche, usw.) möglich, die auf die entsprechenden Systeme wirken.

Ein ganz elementarer Ansatz im Rahmen des FuE-Projekts bestand darin,

- dass die Infrastruktur so aufgebaut ist, dass die Eingriffsebene ermöglicht ist,
- die bereits bestehender Infrastruktur einbezogen wird,
- die bisherigen Steuerungen und Systeme wie bisher autark sind,

- das System rückwirkungsfrei aufsetzt werden kann, so dass grundsätzlich die jeweilige Anlagenverfügbarkeit gewährleistet ist.

Vorteile des neuen Systems bzw. Nutzeffekte:

- Vermeidung von „Lackschlämmen“ und weiteren durch die Abfülltechnik bzw. durch die nachgeschalteten Arbeitsschritte bedingten Abfälle
- Minimierung des Energiebedarfs durch Vermeidung *unkoordinierter Betriebsweisen von dezentralen Steuerungen* und nicht-optimaler Dosierung wegen fehlender Vernetzung der Einzelanlagen
- Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Lackaerosolherstellung durch vereinfachte verfahrens- und steuerungstechnisch bedingten Abläufen
- Eröffnung neuer Marktsegmente durch wesentlich wirtschaftlichere Produktion von Lackaerosolen
- Minimierung der Lösemittlemission und des Abfallaufkommens.

1.2 Erzielte Ergebnisse

Ziel des Projektes war die steuerungstechnische Entwicklung eines Ethernet-basierenden Steuerungsverfahrens, durch das eine Energie- sowie Ressourcenoptimierung an industriellen Fertigungsanlagen verwirklicht werden kann. Die Demonstration des Steuerungsverfahrens wurde am Beispiel der industriellen Fertigung von Lackaerosolen vorgesehen und konnte weitestgehend erreicht werden. Hierzu wurde ein Schichtenmodell entwickelt und für die unterschiedlichen Medien wie Beleuchtung, Druckluft, Strom, externe Geräte etc. zugehörige Steuerungsmodule entwickelt, um deren Verbrauch messen zu können. Dies konnte am Demonstrationsbeispiel bei der Firma MotipDupli gezeigt werden, da eine Energieeinsparung von 206.330 kWh und eine CO₂-Ersparnis von ca. 123.798 kg im Jahr 2012 erreicht werden konnte. Da die Firma MotipDupli für das Projekt der Firma GAPro nur für die gesamte Firma die Energiedaten zur Verfügung stellte, war es für die Firma GAPro jedoch schwierig den tatsächlichen Energieverbrauch ermitteln zu können. Die Einführung eines vierten Bandes Mitte 2012 verzerrt die Ergebnisse gleichzeitig und machte einen Vergleich der Jahre 2010 und 2012 nicht direkt möglich. Daher wurden die Werte aus der ersten Jahreshälfte 2012 hochgerechnet um einen Vergleich mit den Vorjahren durchführen zu können. Tendenziell sind aber eine Energieeinsparung und damit eine Reduzierung der CO₂-Emissionen in den Jahren 2010 bis 2012 deutlich zu erkennen.

1.3 Empfehlungen für das weitere Vorgehen

Die begonnenen Arbeiten im Zusammenhang mit konkreten Kundenanforderungen werden fortgesetzt und im Rahmen der Möglichkeiten in Phase II genutzt. In Phase II ist die Adaption an Anlagen verwandter (wie z.B. der Bereich Oberflächenbeschichtung) und in weiteren Schritten an beliebige Fertigungslinien geplant, was die Entwicklung eines kleinserientauglichen Steuerungssystems für verschiedene Anwendungen ermöglicht.

Neben der Demonstration des Verfahrens zur zentralen Steuerung einer industriellen Fertigungsanlage von Lackaerosolen (Fa. MotipDupli) soll somit das Verfahren für alle nur erdenklichen Anlagentypen mit sehr wenig Aufwand adaptiert werden.

Folgende weitere Anwendungsbereiche sollen in Phase II (Hauptphase) berücksichtigt werden:

- Anlagen zur Herstellung von Kosmetika
- Anlagen zur Herstellung von Nahrungsmitteln
- Verpackungslinien jeder Art
- Anlagen zur Herstellung chemischer Stoffe (da die gesamte Steuerung durch die Gegebenheiten des Lackaerosolherstellers ohnehin in ex-geschützter Bauweise zu erfolgen hat)

Dadurch ist die Erschließung weiterer, bislang nicht absehbarer Anwendungsbereiche möglich.

2. Einleitung

2.1 Ausgangssituation

In der industriellen Fertigung von Lackaerosolen entstehen bei der Befüllung der Behälter und der Reinigung des Rohrsystems nach einem Chargenwechsel große Mengen an Abwässern, Lösemittelabfällen und vor allem Lösemitteldämpfen. Vor allem letztere treten aus den in der Regel nicht gekapselten Maschinen direkt in die Umwelt aus. Diese sogenannte „diffuse Emission“ kann auch durch den Einsatz von Abluftanlagen nicht verhindert werden. Des Weiteren ist durch bauart- und margenbedingte Einflüsse der mittlere Energie- und Ressourcenverbrauch an derartigen Anlagen sehr hoch. Eine anwendungsspezifische Optimierung der Infrastruktur der Anlagentechnik würde aller Voraussicht nach ein erhebliches Einsparpotenzial an Energieverbräuchen sowie eine Verminderung an lösemittelhaltigen Flüssigkeiten zur Folge haben.

Aufgrund der dezentralen Steuerung im Bereich der Lackaerosolherstellung sowie ungelösten Problemen im Bereich Dosierungsgenauigkeit von Lacken und Lackaerosolen stellt die dezentrale Steuerung industrieller Fertigungsanlagen in der Lackaerosolherstellung noch immer den Stand der Technik dar. Aufgrund der dabei entstehenden Abfälle in Form von lösemittelhaltigen Lacken oder Treibgasen, aufgrund nicht optimierter Prozesse, treten verschiedene Umweltbelastungen auf.

Den überwiegenden Teil an zu verarbeitenden Lacken im innerdeutschen Markt stellen lösemittelhaltige Lacke mit Anteilen von - je nach Lacktyp – 30 bis 70 % Lösemittel dar. Bei der Herstellung von Lackaerosolen ist bei einem kg produziertem Lack von einem durchschnittlichen Verlust von 3% der produzierten Lackmenge auszugehen. Der reale durchschnittliche Verlust an Aerosol beträgt je kg produziertem Lackaerosol gar 5 – 7 %. Lösemittelhaltige Lacke sind als wassergefährdend eingestuft (WGK 2), mit entsprechenden Auswirkungen auf die Lagerung und Handhabung im Unternehmen.

In Fertigungsbetrieben trifft man aktuell häufig die Situation an, dass der Energieeinsatz und die -verbräuche nur lokal und einzeln erfasst werden. Bereits bei der Registrierung, jedoch spätestens bei der Auswertung hört es dann nicht selten auf, dass Energieflüsse zusammenhängend dargestellt und bewertet werden.

In der Praxis werden Anlagenteile bzw. Komponenten zu Betriebsbeginn eingeschaltet oder aktiviert und werden über die gesamte Fertigungsdauer oder über den Tag hinweg nicht mehr ausgeschaltet, deaktiviert oder im „stand by“ gehalten, ohne dass eine tatsächliche Notwendigkeit besteht.

Dezentralisierte Steuerungsstände (Warten), Steuerschränke Bedienstellen oder aber auch „verborgene“ Schaltstellen fördern nicht unbedingt die Bereitschaft des Personals zum sinnvollen Energiesparen.

2.2 Zielsetzung

Ziel des Projektes war die steuerungstechnische Entwicklung eines Ethernet-Basierenden Steuerungsverfahrens, durch das eine Energie- sowie Ressourcenoptimierung an industriellen Fertigungsanlagen verwirklicht werden kann. Die Demonstration des Steuerungsverfahrens erfolgte am Beispiel der industriellen Fertigung von Lackaerosolen. Darüber hinaus sollte untersucht werden, inwieweit die Anforderungen für andere Anwendungen erfüllt werden und welche neuen Einsatzbereiche erschlossen werden können.

Der erfolgreiche Projektabschluss öffnet den Weg für die Entwicklung eines kleinserientauglichen Steuerungssystems für verschiedene Anwendungen. Die Technologieplattform soll zunächst für Anlagen in der industriellen Fertigung von Lackaerosolen eingesetzt werden. Zudem ist die Adaption an Anlagen verwandter und in weiteren Schritten an beliebige Fertigungslinien geplant.

Ziel des Projektes „Ganzheitliche Energie- und Ressourcenoptimierung...“ war die Entwicklung eines vernetzten elektronischen Steuerungssystems mit Anbindung an die Gesamtanlage zur Lackaerosolherstellung und deren Komponenten zur ganzheitlichen Energie- und Ressourceneinsparung.

Häufig findet man Maschinen und Anlagenkonstellationen vor, welche morgens ein und abends ausgeschaltet werden, ungeachtet der Notwendigkeit. Betrachtet man den Energieverbrauch, so sind hier große Einsparpotenziale möglich, ohne betriebliche Notwendigkeiten einzuschränken. Daher soll ein System geschaffen werden, wodurch

- der Umgang mit Energie effizienter gestaltet wird,
- Maschinen- und Anlagenkomponenten autark weiter betrieben werden,
- Daten übergreifend zur Verfügung stehen,
- offen Auswertungen ermöglicht werden.

Grundgerüst stellt dabei eine PC-basierte Einheit dar. Die Maschinen- und Anlageneinheiten werden durch ein Datennetz verknüpft. Diese Struktur ist so angelegt, dass sowohl einfache digitale Signale als auch Datenpakete verschickt werden können. Ebenso erfolgen hierüber die Steuer- und Regelfunktionen. Die

Signal-/Steuereinheiten an den Erfassungseinheiten reichen von einfachen konventionellen Komponenten, uni-direkt bis zu OPC-Verbindungen, abgesetzter Intelligenz im „Knoten“.

2.3 Inhaltliche Änderung / Laufzeitverlängerung

Es gab keine wesentlichen inhaltlichen Änderungen. Die beantragte Arbeitsplanung wurde weitestgehend eingehalten. Der Projektleiter Herr Lützner hat jedoch das Unternehmen GAPro während der Projektlaufzeit leider verlassen. Aus diesem Grund sowie der iterativen Abarbeitung der einzelnen Arbeitspakete wurde das Projekt bis zum 31.08.2012 verlängert. Im Januar 2012 wurde Herr Dipl.-Ing. Gebele als neuer Projektleiter für das Vorhaben eingestellt.

Zudem waren die Arbeiten bei der Firma MotipDupli bedingt durch einen Wechsel in der Geschäftsführung etwas schwieriger als erwartet. Die Übermittlung der Produktionszahlen sowie der Energiewerte gestaltete sich dadurch etwas schwierig, so dass wir die Firma GAPro teilweise die Zahlen „von Hand“ ablesen musste.

Durch die Einführung eines vierten Produktionsbandes bei Fa. MotipDupli im Laufe des Jahres 2012 war es für die Firma GAPro schwierig den tatsächlichen Energieverbrauch ermitteln zu können, da die Firma MotipDupli nur für die gesamte Firma die Energiedaten zur Verfügung stellte. Die Integration eines vierten Bandes verzerrt die Ergebnisse etwas und macht einen Vergleich der Jahre 2010 und 2012 nicht direkt möglich. Daher wurden die Werte aus der ersten Jahreshälfte 2012 hochgerechnet um einen Vergleich mit den Vorjahren durchzuführen.

3. Hauptteil

3. 1 Darstellung der Arbeitsschritte

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde eine Fertigungslinie zur industriellen Herstellung von Lackaerosolen soweit optimiert, bis eine zentrale Steuerungsvariante ermöglicht wird, die die gesamte Fertigungslinie derart vernetzt, dass in Abhängigkeit einzelner „Stationen“ der Gesamtprozess hinsichtlich Energie- sowie Ressourceneinsparung optimiert werden kann. Die Fertigungslinie befindet sich im Werk der Firma MotipDupli in Haßmersheim. Hierzu wurden ausschließlich im Markt eingeführte „Standardkomponenten“ eingesetzt, zu einem Gesamtsystem integriert und Software-technisch fertig gestellt.

Konstruktive Lösungen für das Gesamtsystem wurden erarbeitet. Mit eingebunden wurde hierbei auch der Kunde des Feldversuchs, die Fa. MotipDupli. Die entwickelten Module wurden umfangreich be- und ausgewertet in Bezug auf die erfassten Daten durch Integration des neuen zentralen Steuerungssystems in der Abfüllanlage (Band B), einer Fertigungslinie zur industriellen Herstellung von Lackaerosolen, im Hause der Firma MotipDupli.

Die Entwicklung der zentralen Steuerung mit Anbindung an eine industrielle Produktionsanlage innerhalb des Projektes wurde in einer Phase durchgeführt. Dabei dienten die Arbeitspakete 1 bis 4 der Entwicklung der technischen Grundlagen sowie der Machbarkeit in einem industriellen Fertigungsbetrieb. Die in den Arbeitspaketen 1

bis 4 erarbeiteten Inhalte wurden bis einschließlich zum Arbeitspaket 9 umgesetzt und überprüft. Bis einschließlich Arbeitspaket 11 erfolgte die erforderliche Optimierung des Gesamtsystems sowie Dokumentation der Forschungsergebnisse.

Konkret wurden entlang der beantragten Arbeitspakete folgende Arbeiten mit folgenden Ergebnissen durchgeführt:

Phase I: Vorbereitungs- und Konzeptphase

AP 1: Recherchen zum Stand der Technik

- Theoretische Vorbetrachtungen
- weiterführende Literatur- und Patentrecherchen
- Recherche bestehende Steuerungsvarianten
- Recherche Prozesssteuerungsvarianten
- Auswertung der Recherchen

AP 2: Voruntersuchungen

- Untersuchung von Teilkomponenten auf Eignung für die angestrebte Genauigkeit und Zuverlässigkeit
 - Signal
 - Abtastraten
 - Etc.
- Auswahl Sensoren
 - Güte
 - Zuverlässigkeit
 - Bauteilgröße
 - Spezifikationen für Ex-Zonen
- Auswahl Aktoren
 - Güte
 - Zuverlässigkeit
 - Bauteilgröße
 - Spezifikationen für Ex-Zonen
- Konzeption, Entwicklung und Umsetzung eines Testaufbaus zur Ermittlung der Eignung der Komponenten
- Durchführung von Messungen und Auswertung

AP 3: Konzeption des Gesamtsystems

- Erarbeitung eines ganzheitlichen Konzeptes Mechanik, Optik, Steuerung, Software
 - Technische und physikalische Anforderungen
 - Ergonomische und visuelle Anforderungen
- Konzeption Signalverarbeitungssystem
 - Bauraum
 - Elektrische, informationstechnische Schnittstellen
 - Benutzerschnittstelle
 - Softwareschnittstellen
 - Signalaufbereitung
- Definition Erfassungsmodelle der Komplettanlage
- Definition Erfassungsmodelle der Arbeitsstationen inkl. Zwischenstationen
- Auswahl Parametererfassung der einzelnen Komponenten (Motoren, Kompressoren, Pumpen, Ventile, Düsen, etc.)

- Definition Standortbestimmung und Ansteuerungsvarianten (Can-Bus, Netzwerk, Kabel, W-LAN) der einzelnen Steuerungen der Komponenten (Motoren, Kompressoren, Pumpen, Ventile, Düsen, etc.)
- Ermittlung der Eingreifmöglichkeiten in den Produktionsprozess
 - prozessabhängig
 - komponentenabhängig
- Definition einer optimalen Vernetzungsstruktur der Steuerungen in Abhängigkeit von:
 - Infrastruktur
 - Auftragsituation
 - Schichtmodellen
- Ermittlung einer optimalen Schnittstellensituation (Wago, Phönix, Beckhoff)
- Ermittlung von vorteilhaften Integrationsmöglichkeiten der Zentralsteuerung/ Einzelsteuerungen
- Auswahl einer geeigneten Messdatenerfassung (Statistik, Optimierung, Auswertung der Daten)
- Definition der Steuerungsgrenzen des Prozesses (Auftragsbedingt, Zeit)
- Definition der Steuerungsgrenzen der Komponenten (Zeit, Signal)
- Definition Sicherheitsbereiche und -tests für Einsatzbereich (Ex-Zonen)
- Bewertung der Konzepte nach zuvor definierten Kriterien

AP 4: Pflichtenheft

- Erstellung eines Pflichtenheftes und Spezifizierung aller umzusetzenden Merkmale der neuen Messtechnik sowie Definition der technischen Parameter
 - Mechanik
 - Elektronik
 - Software

Phase II: Entwicklungsphase

AP 5: Entwicklung der Steuerung (Anlagentopologie)

- Bestandsaufnahme der Komplettanlage inkl. Anlagenstruktur
 - Aufteilung in Arbeitsstationen
 - Aufteilung in Zwischenstationen (z.B. angetriebene Förderbänder)
- Erfassung der Komponenten der einzelnen Arbeits- bzw. Zwischenstationen
 - Motoren
 - Ventile
 - Düse
 - Pumpen
- Erfassen der Energieverbräuche der einzelnen Arbeits- bzw. Zwischenstationen
- Erfassen der Energieverbräuche der einzelnen Komponenten
 - Motoren (kWh)
 - Ventile (Druckverlust/Zeit)
 - Düsen (Druckverlust/Zeit)
 - Pumpen (Druckverlust/Zeit)
- Ermittlung der Abschaltmöglichkeiten der einzelnen Arbeitsstationen bzw. Komponenten in Abhängigkeit von:
 - Verschleiß
 - Energieersparnis
 - Auftragslage
 - Infrastruktur

- Auswertung und Dokumentation der gesammelten Daten

AP 6: Entwicklung des Signalverarbeitungssystems

- Entwicklung der Systemschnittstellen
 - Elektrische Schnittstellen
 - Informationsschnittstellen
- Entwicklung der Einstellmöglichkeiten
 - Justage
 - Kalibrierung
- Entwicklung der Fertigungsmöglichkeiten
 - Fertigungs- und Montagekonzept
 - Fertigungsprozesse
 - Montageprozesse
- Entwicklung und Auslegung der Elektrik
 - Netzteil
 - Power Control
 - Signalverarbeitung
 - Bedienelemente
- Entwicklung der Schaltpläne
- Entwicklung Benutzerschnittstelle
- Entwicklung Hardwareunterstützung
- Entwicklung Datenaufnahme
- Entwicklung 3D-Datenverarbeitung
- Implementierung der Softwaremodule

AP 7: Entwicklung und Integration der Steuerungen

- Auswahl der Steuerungskomponenten
- Kombination und Integration der Steuerungskomponenten für die verschiedenen Stationen
 - Gaswarnanlage
 - Lösemittellager
 - Etc.
- Erstellung Programmstruktur für Prozesseingriffe
 - Prozessabhängig (Charge, Format)
 - Komponentenabhängig (Motoren, Ventile)
- Entwicklung Geräteaufbau
 - Mechanische und elektrische Schnittstellen
 - Funktionsmodule
 - Fixierung und Integration der Teilsystem
 - Bedienkonzept und Ergonomie
- Vernetzung der Steuerungskomponenten an den einzelnen Arbeits- bzw. Zwischenstationen
- Vernetzung der Steuerungskomponenten mit der Zentralsteuerung
- Implementierung der Softwaremodule
- Test der Softwaremodule
- Detaillierte Konstruktion der mechanischen Komponenten
- Entwicklung Justagemöglichkeiten

- Konstruktion in 3D-CAD System

Phase III Test- und Optimierungsphase

AP 8: Aufbau Prototyp

- Erstellung der Einzelkomponenten
- Montage der Einzelkomponenten
- Aufbau der Einzelmodule
- Test und Prüfung der Einzelmodule
- Integration zu Gesamtsystem und Aufbau Prototyp
- Erfassung und Beseitigung von Schnittstellenproblemen
- Erfassung von Optimierungspotential bei der Fertigung und Montage
- Einspielen der Systemsoftware und Steuerung
- Einstellung und Justage
- Inbetriebnahme und Kalibrierung

AP 9: Versuchsdurchführung (Feld- / Anwendertests)

- Erarbeitung eines gemeinsamen Versuchskonzeptes
- Festlegung der Testkriterien
- Auswahl geeigneter Prüfkörper und Konzeptionen
- Ermittlung und Einstellung von Geräte- und Verfahrensparametern
- Durchführung umfangreicher Testreihen
- Ermittlung der Anwendungsgrenzen
- Test der Softwaremodule in Abhängigkeit des Abfüllprozesses
- Test der Software- und Hardwaremodule im Abfüllprozess
- Ermittlung der Steuerungsgrenzen im Prozess (Auftragsbedingt, Zeit)
- Ermittlung der Steuerungsgrenzen der Komponenten (Zeit, Signal)
- Überprüfung der Sicherheitsbereiche und -tests für Einsatzbereich (Ex-Zonen)
- Dauertest (1 Woche, 3-Schicht)
- Auswertung und Dokumentation der gesammelten Daten
- Statistische Auswertungen der durchgeführten Testläufe
- Durchführung Sensitivitätsanalysen hinsichtlich messqualitätsbeeinflussender Hauptparameter
- Auswertung Störungen und Verfügbarkeit
- Auswertung Bedienerinterviews und Fragekatalog
- Schwachstellenanalyse

AP 10:Optimierung

- Sukzessive Abstimmung des Systems
- Optimierung der Signalaufbereitung
- Optimierung der Steuerungstechnik
- Optimierung der Software
- Optimierung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit
- Optimierung der Benutzerfreundlichkeit

AP 11:Dokumentation

- Analyse und Festlegung offener Entwicklungsinhalte

- Erstellung Projektdokumentation
- Erstellung Abschlussbericht
- Erstellung Abschlussbewertung technisch und wirtschaftlich

3.2 Ergebnisse und Diskussion

3.2.1 AP 1: Recherchen zum Stand der Technik

Im Rahmen des AP 1 erfolgte eine umfassende Recherche zum Stand der Technik, insbesondere in Fachzeitschriften und Publikationen. Auch auf Fachmessen wie z.B. der Light+Building in Frankfurt, der sps ipc drives in Nürnberg, aber auch auf Messen wie der automatica in München oder der motek in Stuttgart werden aktuell Energiesparthemen, (wie z.B. „green xxx“ DIN ISO 50001) vorgestellt und stehen damit im Fokus der Industrie.

3.2.2 AP 2: Voruntersuchungen

Im Rahmen von Voruntersuchungen erfolgte die Untersuchung von Teilkomponenten auf Eignung für die angestrebte Genauigkeit und Zuverlässigkeit (Signal, Abtastraten, etc.). Es wurden verschiedene Sensoren und Aktoren auf deren Güte, Zuverlässigkeit, Bauteilgröße und Spezifikation für Ex-Zonen untersucht und ausgewählt. Des Weiteren erfolgte die Konzeption, Entwicklung und Umsetzung eines Testaufbaus zur Ermittlung der Eignung der Komponenten sowie die Durchführung von ersten Messungen und deren Auswertungen.

3.2.3 AP 3: Konzeption des Gesamtsystems

Basierend auf den vorhandenen autarken Steuerungen der einzelnen Stationen bzw. Zwischenstationen wurde ein zentrales Steuerungssystem „aufgesetzt“ bzw. entwickelt. Dabei wurde folgendes Grundkonzept zugrunde gelegt:

Konkretisierung eines Prozesses des Eingreifens in die Betriebslogistik bzw. Management.

Wird in das System, das für die Produktionswoche(-periode) beabsichtigte Produktionsmodell (Schichtmodell) eingegeben, so werden diesem Prozess entsprechend produktionsvorbereitende und logistische (Hilfs-)funktionen gestartet bzw. gestoppt oder beendet.

Beispiel Druckluft

Auf Basis des „Grundmodells“ (z.B. Produktionsstart So 22:00 Uhr, Produktionsende Freitag 22:00 Uhr) wird die Kompressorenanlage um 21:30 Uhr „freigegeben“. Aufgrund des benötigten Luftverbrauchs werden Kompressoren unterschiedlicher Größe kaskadiert.

| | | |
|--------------|----------------------------------|---|
| GISSE | ====> Freigabe / Start | ==> Kompressoranlage START |
| GISSE | ====> „Ereignis“ | ==> aktuelle Vorgabe (Ändern d.Parameter) |

Entsprechend der Grundparameter aus „GISSE“ wird die Kompressoranlage für die Produktion freigegeben. Verfügt die autarke Kompressor- Steuerung über ein eigenständiges „Luftmanagement“, so steuert diese optimiert die entsprechend benötigten Kompressorkapazitäten. Ansonsten kann ein „Modul Luftversorgung“ dies direkt aus „GISSE“ abhandeln. Die Erfahrung zeigt, dass Druckluft-intensive Fertigungen häufig über herstellereigene Kompressorensteuerungen verfügen. In diesem Fall gibt „GISSE“ die generelle Freigabe vor.

Diese wird von verschiedenen Faktoren bestimmt:

- Produktionsplan (Schichtmodell)
- Produktionsereignis
- über Produktionsperiode gemittelter aktueller Verbrauch (z.B. keine weitere Zuschaltung einer Kaskade, wenn im Vorratskessel entspr. Druckluft gespeichert ist)

Beispiel Komponentenmangel

Erkennt „GISSE“, dass eine Fertigungszelle (Maschine) „Störung Teile“ meldet, so bedarf dies einer Plausibilisierung, und Priorisierung bezüglich der Auswirkung:

- Logistik –Teilnachfüllung-
- Problem Teilezuführung – klemmt, Ausrichtung, Transport....-
- Fertigungsbedingt – Chargenwechsel, Produktwechsel,....-
- Zeitliche Auswirkung auf gesamte Produktion – z.B. Sammeltisch puffert, Stillstand nach...Sek./Min.,-

Beispiel Management

Produktionsplan wird geändert. Schichten verkürzt, abgesetzt oder hinzugefügt. „GISSE“ steuert die Maschinen und Anlagen entsprechend der neuen aktuellen Daten.

1) Kategorisierung der Anlagenteile

Am Beispiel der Fertigungsanlage Band B der Firma MotiDubli werden die Anlagenteile konkretisiert. Die Anlage wird über verschiedene Steuerungen betrieben. Es sollen Meldungen und Störungen der gesamten Anlage gesammelt werden.

2) Einsparung des Stromverbrauchs

Durch Abschalten von Anlagenteilen wird zum Beispiel Druckluft gespart. Dieses hat zur Folge, dass die Kompressoren nicht mehr so viel betrieben werden müssen.

3) Verschleiß / Sinngemäßes Abschalten / Steuergrößen

In Abhängigkeit des Prozesses, des aktuellen Schichtmodells und des Anlagenteils muss das Abschalten entsprechend überlegt sein. Nicht immer macht es Sinn, Anlagenteile abzuschalten (z.B. Wasserbad). Bei Störungen im Prozess macht es keinen Sinn, das Wasserbad abzuschalten. Eine Störung kann unwissend lange anstehen. Wenn sich das Wasserbad erst mal abgekühlt hat, benötigt man viel mehr Energie, um es auf 65°C hoch zu heizen.

Andererseits ist es sehr wohl sinnvoll, in Produktionssituationen wie z.B. Umrüsten (2,5-3h) zu Beginn dieser Tätigkeit die Temperatur zu senken, um diese wieder so rechtzeitig anzuheben, dass beim geplanten Produktions-Wiederaanlauf zeitgerecht das Wasserbad wieder für seine Prüfzwecke mit korrekten Parametern betrieben werden kann.

Insbesondere beim Transport von kleinen, leichten Teilen, aber auch zur Transportunterstützung wird immer noch häufig Druckluft verwendet. Diese teure Energie dann noch ggf. ungesteuert ausströmen zu lassen, stellt eine große Verschwendung dar. Soweit für die Funktion diese Energie nicht supplimentiert werden kann, schafft der gesteuerte (z.B. Ventil) Einsatz eine wesentlich gesteigerte Effektivität. Der Einsatz stellt so prozessoptimiert eingesetzt, ein hohes Einsparpotenzial dar.

Der Verbrauch von Druckluft, z.B. zum Transportieren von Teilen, kann bei nicht Bedarf abgeschaltet werden.

Folgende Parameter tragen zur Beurteilung des Abschaltens bei:

- aktueller Schichtplan
- Schichtzeiten
- Pausenzeiten
- Abschaltzeit im Störfall
- Abzuschaltende Anlagenteile im Störfall
- Entprellzeit Teilemangel
- Abschaltzeit bei Teilemangel
- Abzuschaltende Anlagenteile bei Teilemangel
- Vorlaufzeit Heizung
- Vorlaufzeit Kompressor
- Abschaltzeit Kompressor
- Min./Max.-Druck Kompressor
- Schließzeit eines Luftventils bei keinem Luftbedarf

„GISSE“ erhielt hierzu eine System-/ Stammdatenebene. Hier werden, Systemparameter, Prioritäten und Formeln hinterlegt. Diese Programmebene wurde zusammen mit dem Kunden bei der Inbetriebnahme beschrieben. Versierten Anwendern soll ein Zugriff ermöglicht werden. Nach derzeitigen Überlegungen soll es möglich sein aus einem „Werkzeugkasten“ (toolbox) diese Parameter vor zu besetzen.

4) Schichtmodelle

Produzierende Betriebe, insbesondere wenn Hilfsenergien benötigt werden, deren Bereitstellung ein Aufwand in der Zeitachse abbilden und/oder Aufwand bedeuten sowie zur Optimierung der Auslastung der Produktionsanlagen, werden vorzugsweise dreischichtig betrieben. Grundsätzlich kann mit „GISSE“ aber auch der zwei oder einschichtige Betrieb abgebildet werden.

In der Regel wird im 3-Schicht-Betrieb produziert.

In folgende Zeiten wird eingeteilt:

1. Schicht: 06.00-14.00 Uhr
2. Schicht: 14.00-22.00 Uhr
3. Schicht: 22.00-06.00 Uhr

Die Arbeitswoche beginnt Sonntag 22.00 Uhr und endet Samstag 06.00 Uhr.

5) Momentanes Prozessabbild der Anlage

Durch die Aufzeichnung der Betriebszustände der Anlagenteile entsteht ein Prozessabbild der Gesamtanlage. Meldungen und Störungen laufen zentral aufeinander und es kann gewährleistet werden, dass in den Prozess eingegriffen werden kann. Durch, zum Beispiel, Erkennen von Materialmangel können Leerlaufzeiten minimiert werden. Dadurch wird die Produktion effektiver.

Durch das Prozessabbild der gesamten Anlage, kann die eigentliche Ursache für Störungen bzw. Meldungen gefiltert werden. Hierdurch können Meldungen priorisiert werden.

Die Anlagenteile werden über Kleinststeuerungen/Koppler miteinander verknüpft. Hierfür wurden ILC150 von PhoenixContact verwendet. Diese wurden über E/As miteinander verdrahtet. Dadurch können Signale von den Fremdsteuerungen aufgezeichnet werden und auf die Steuerung zugegriffen werden. Der Vorteil der Koppler ist, dass die Unabhängigkeit der Maschinensteuerungen erhalten bleibt. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, vorhandene Schnittstellen (Profi-Bus, RS232) von den Maschinensteuerungen zu nutzen. Hierfür gibt es entsprechende Bus-Koppler. Vernetzt werden diese Kleinststeuerungen über ein TCP/IP-Netzwerk. Somit kann man von überall auf die Steuerung zugreifen.

Eine Visualisierung ermöglicht es, ein Prozessabbild der Anlage zu bekommen. Betriebsstatus, Meldungen und Störungen können somit angezeigt werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass diese Visualisierung an jedem berechtigten PC angezeigt werden kann.

Durch ein gemeinsames Netz, kann man maschinenübergreifend weitere Einflüsse auf den gesamten Betrieb darstellen. Z.B. kann dabei bei Produktionsstillstand die Lüftungssteuerung der gesamten Produktionshalle gesteuert werden. Dadurch spart

Wie aus dem Anlagenlayout ersichtlich, wurde von der Firma GAPro jede einzelne Maschine / Station für sich alleine betrachtet. Nach deren Einzelbewertung wurde die Fertigungsanlage „Band B“ in fünf Hauptgruppen eingeteilt:

- Abfüllung (Masterfunktion)
- Begasung
- Wasserbad
- Ausstattung (Donat, Etikett etc.)
- Verpackung (Einpacken in Karton)

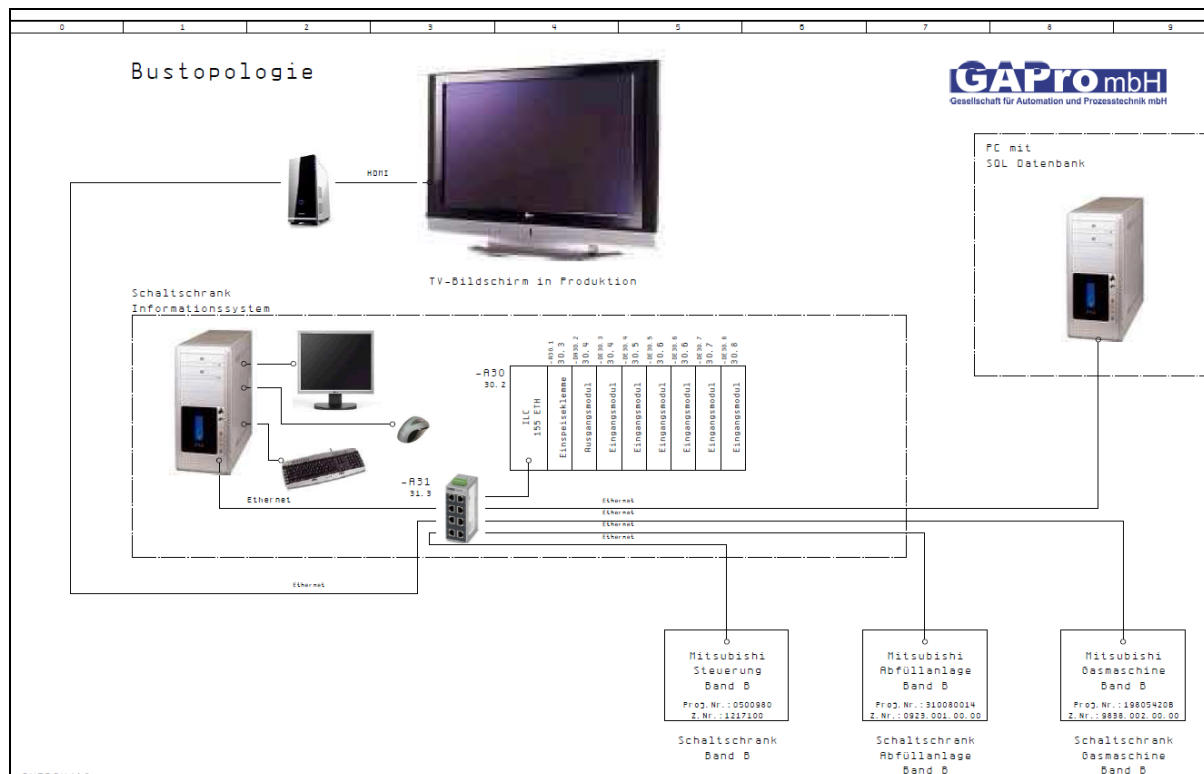


Abbildung 2: „Spinnenartiger“ Aufbau des Datenkonzentrators (Informationssystem)

Es wurde als Zwischenlösung eine manuelle Abluftsteuerung realisiert.

Funktion:

Die Abluftsteuerung wird durch eine SPS-gesteuert und an einem Bedienpanel visualisiert. Deren Programm wurde durch eine Funktion „Wochenzeitprogramm“ erweitert. Auch hier zeigte sich, dass ein starrer Wochentagsprogrammablauf nicht für eine flexible Fertigung taugt. Obwohl eine komfortable und eine einfache Bedienoberfläche geschaffen wurde, war die Akzeptanz bei den Anlagenbedienern nicht gegeben. Den gewünschten Nutzen konnte das Unternehmen GAPro durch eine Modifikation erreichen. So erfolgt die Betriebslüftung im Bereich der Produktion einem individuell vorgegebenem zeitlichem Ablauf. Im „Aktionsbereich der Produktion“ wurde nun ergänzend eine sehr einfache Bedienstelle geschaffen, wodurch temporär der zeitliche Ablauf angepasst wird. Diese Maßnahme hat einen positiven Einfluss auf die Energieeinsparung. Wird bei einem von der „Norm“ abweichenden Produktionsprofil diese Funktion nicht betätigt, so kommt es zu einem Produktionsstopp, da die überwachte Lüftung in ihrer Leistung reduziert bzw.

abschalten würde. Das Unternehmen GAPro sieht dies als Bestätigung dafür, dass solche Funktionalitäten in GISSE zentralisiert werden müssen. „Verlorene Einzelbedienstellen“ bergen ein hohes Risiko bei der Anlagenverfügbarkeit und setzen für die Anlagenbetreuung bzw. -wartung ein hohes fachliches und dokumentatives Verständnis voraus.



Abbildung 3: Manuelle Abluftsteuerung

3.2.6 AP 6: Entwicklung des Signalverarbeitungssystems

In AP 6 erfolgte die Entwicklung der Systemschnittstellen für jede Maschine individuell. Es wurden sowohl elektrische als auch Informationsschnittstellen entwickelt. Die Elektrik wurde ebenfalls entwickelt und ausgelegt. Schaltpläne wurden erstellt. Die Programmierung und Implementierung der Softwaremodule wurde durchgeführt. Außerdem wurden die erforderlichen Benutzerschnittstellen entwickelt.

Programmauszug am Beispiel des Moduls „Schichtmodell“:

Die Software wurde so aufgebaut, dass alle Module in einem Hauptprogramm integriert sind. Die einzelnen Module können dann, je nach Verwendung / Freischaltung, aufgerufen werden. Als Beispiel wird hier das Modul „Schichtmodell“ dargestellt. Dieses Modul stellt einen Kernbestandteil der Software dar. Anhand des über die Visualisierung einstellbaren Schichtmodells wird z.B. bei Schichtende ein Impuls gesetzt. Dieser wiederum wird verwendet, um in anderen Modulen Aktionen durchzuführen, z.B. das Schreiben der Schichtdaten in die Datenbank.

Genauso werden die „Zeit bis Schichtstart“ bzw. „Zeit bis Schichtstopp“ benötigt, um weitere Module zu steuern, z.B. das Ein- / Ausschalten der Beleuchtung oder zum Ein- / Ausschalten des Kompressors oder der Lüftungsanlage für jeweilige Betriebsbereiche.

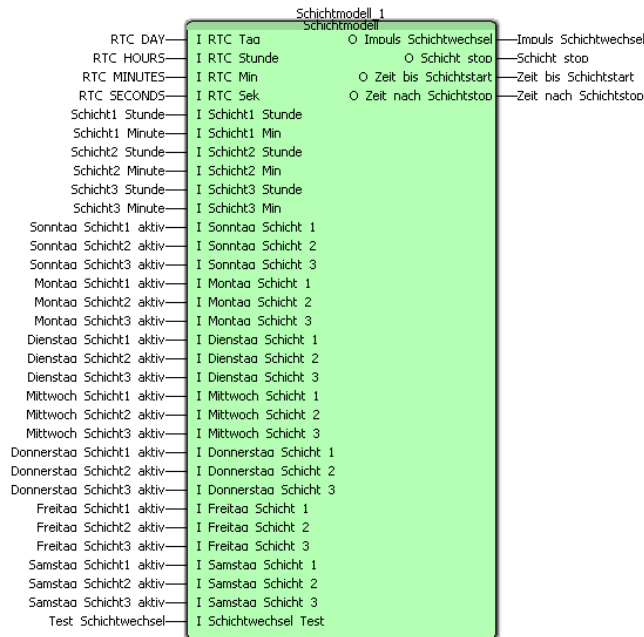


Abbildung 4: Aufruf Modul Schichtmodell

```

*****
Beschreibung: Unterprogramm Schichtmodell
Ersteller: M. Gebele
Erstelldatum: 10.05.2012
Version: 1.0
*****

(* Impuls Schichtwechsel*)
if ((I_RTC_Stunde=Schicht1_Stunde) & (I_RTC_Min=Schicht1_Min) & (I_RTC_Sek=0)) then
  Schichtwechsel1:=true;
else
  Schichtwechsel1:=false;
end_if;

if ((I_RTC_Stunde=Schicht2_Stunde) & (I_RTC_Min=Schicht2_Min) & (I_RTC_Sek=0)) then
  Schichtwechsel2:=true;
else
  Schichtwechsel2:=false;
end_if;

if ((I_RTC_Stunde=Schicht3_Stunde) & (I_RTC_Min=Schicht3_Min) & (I_RTC_Sek=0)) then
  Schichtwechsel3:=true;
else
  Schichtwechsel3:=false;
end_if;

F_TRIG_1(CLK:=(Schichtwechsel1 or Schichtwechsel2 or Schichtwechsel3 or I_SchichtwechselTest));
O_Impuls_Schichtwechsel:=F_TRIG_1.Q;

(*Pause ermitteln*)

O_Schicht_Pause_aktiv := false;

UP_Pause_aktiv_1(I_RTC_Stunde:=I_RTC_Stunde,
  I_RTC_Min:=I_RTC_Min,
  I_Pause_Stunde:=I_Schicht1_Pause1_Stunde,
  I_Pause_Minute:=I_Schicht1_Pause1_Minute,
  I_Pause_Dauer:=I_Pause1_Dauer,
  I_Schicht_stop:=O_Schicht_stop);
O_Schicht_Pause_aktiv:=Pause_aktiv_S1_P1;

```

Abbildung 5: Modul Schichtmodell (Programmierung)

3.2.7 AP 7: Entwicklung und Integration der Steuerungen

Die Auswahl und Entwicklung der Steuerungskomponenten erfolgte in AP 7. Hierbei wurde die Netzwerkschnittstelle zum Anbinden untergeordneter Steuerungen und übergeordneter IT-Systeme entwickelt.

Die Steuerung Phoenix Contact Typ ILC155:

- ist modular erweiterbar mit Eingangs- und Ausgangsmodulen

- bietet fertige Funktionsbausteine für Microsoft SQL Datenbankoperationen
- die Anbindung untergeordneter Steuerungen und Netzwerkschnittstellen an den Steuerungen: z.B. Siemens CP343, Mitsubishi xyz

Das Lesen und Schreiben der Daten der unterordneten Steuerungen erfolgt über OPC Server Microsoft SQL Datenbank auf einem Rechner in der „Büroebene“. Das Anzeigen der aktuellen Daten erfolgt auf einem großen Bildschirm in der Produktionshalle. Alle Mitarbeiter können dadurch jederzeit alle Informationen ansehen.

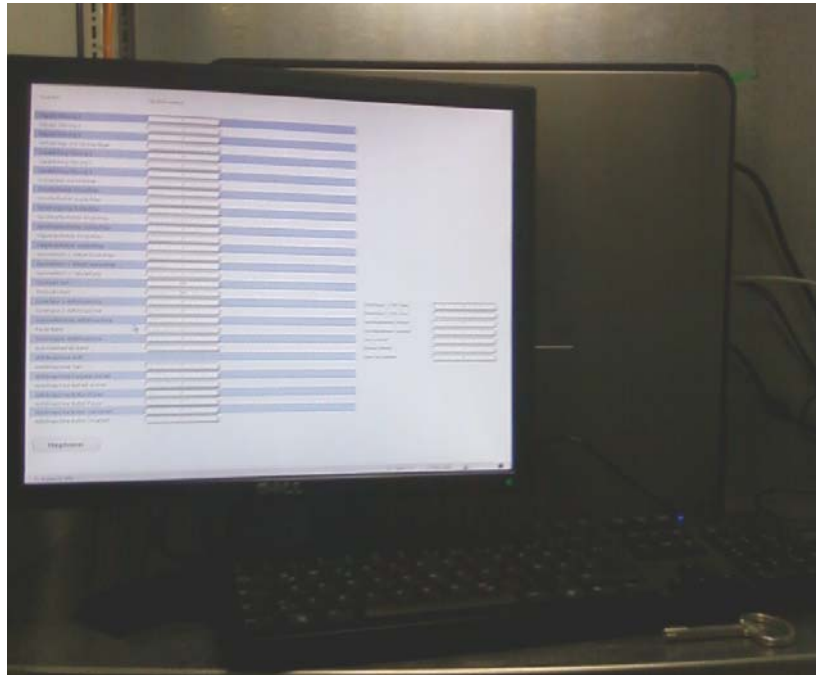


Abbildung 6: PC mit Bildschirm im Schaltschrank (Informationssystem)

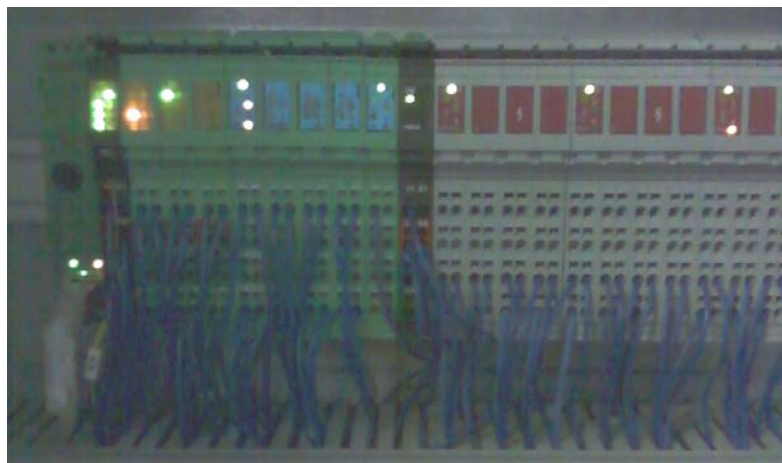


Abbildung 7: Phoenix ILC-Steuerung

Dies stellt ein Beispiel für die digitale Erfassung von einfachen Maschinenstadien dar.



Abbildung 8: Steuerung der Abfüllmaschine mit Ethernet Anbindung ans Informationssystem (siehe Pfeil)

Wie in Abbildung 8 wurde eine bustechnische Anbindung realisiert, wodurch ein voller Durchgriff möglich ist.

Des Weiteren erfolgte die Kombination und Integration der Steuerungskomponenten für die verschiedenen Stationen:

- Gaswarnanlage
- Lösemittelager um Füllstände der Lösemittel tanks zu erfassen
- Etc.

Zudem erfolgte die Erstellung Programmstruktur für Prozesseingriffe:

- Prozessabhängig (Charge, Format)
- Komponentenabhängig (Motoren, Ventile)

| | | |
|--------------------|------|---|
| aktueller Auftrag: | | |
| Soll: | 5050 | Ist: 2422 |

Abbildung 9: Soll- und Ist-Stückzahlerfassung

Bei der Entwicklung des Geräteaufbaus wurden die mechanischen und elektrischen Schnittstellen der Funktionsmodule erarbeitet. Die entwickelten Grundmodule, wie die Erfassung der Betriebszeiten / Störungszeiten und die Stückzahlerfassung sind im Programm immer enthalten:

- Abfüllzeit
- Pausenzeit
- Rüstzeit
- Handarbeitszeit
- Umarbeiten (=händisches Umarbeiten, Nacharbeiten, z.B. Etikettentausch, Mängelbeseitigung. Hierdurch wird die Linie in Teilbereichen belegt, ohne dass die Abfüllung läuft)
- Störungszeit
- Stückzahl

Ebenfalls werden alle auftretenden Störungen aufgezeichnet.

Schichtmodell

Das Schichtmodell ist frei konfigurierbar. Zum einen können die Schichtzeiten von 3 möglichen Schichten flexibel eingegeben werden, zum anderen kann zu jedem Wochentag die Anzahl der Schichten eingestellt werden. Auch bis zu zwei mögliche Pausenzeiten mit Uhrzeit, wann sie beginnen sowie deren Dauer sind individuell einstellbar.

Schichtmodell

Schichtzeiten

| | Schichtbeginn | Pause 1 | Pause 2 |
|-------------|---------------|---------|---------|
| Schicht 1 | 6 : 00 | 9 : 00 | 11 : 00 |
| Schicht 2 | 14 : 00 | 17 : 00 | 19 : 00 |
| Schicht 3 | 22 : 00 | 1 : 00 | 3 : 00 |
| Pausendauer | | 15 min | 30 min |

aktive Schichten

| | Schicht 1 | Schicht 2 | Schicht 3 |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Sonntag | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Montag | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Dienstag | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Mittwoch | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Donnerstag | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Freitag | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Samstag | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Abbildung 10: Schichtmodell

Modul Beleuchtung

Das im Rahmen des Projekts entwickelt Beleuchtungsmodul ermöglicht die Ein- und Ausschaltung der Hallenbeleuchtung. Dazu stehen mehrere Möglichkeiten zu Verfügung:

Das Modul ist so aufgebaut, dass die Beleuchtung in zwei Stufen ein bzw. ausgeschaltet werden kann. So ist es z.B. vor Schichtbeginn bzw. nach Schichtende oder während der Pausen nicht notwendig, die volle Hallenbeleuchtung anzulassen. Stattdessen kann ein Teil ausgeschaltet werden, dies ermöglicht es, wesentliche Mengen an Energie einzusparen.

Das Einschalten der Beleuchtung kann zum einen, abhängig von den Schichtzeiten (siehe Schichtmodell), geschaltet werden, oder bei Bedarf kann anhand einer Zeitschaltuhr für jeden Wochentag getrennte Ein-/ und Ausschaltzeiten gewählt und aktiviert werden.

In der Steuerung ist noch zusätzlich ein Eingang „Beleuchtung ein von extern“ vorhanden. Damit kann durch ein externes Signal die Beleuchtung unabhängig von den hier eingestellten Zeiten geschaltet werden.

Beleuchtung

Ein-/Ausschalten nach Schichtzeiten

aktiv

Teil-Beleuchtung EIN vor Schichtbeginn min

Voll-Beleuchtung EIN vor Schichtbeginn min

Voll-Beleuchtung AUS nach Schichtende min

Teil-Beleuchtung AUS nach Schichtende min

Voll-Beleuchtung AUS bei Pause

Teil-Beleuchtung AUS bei Pause

Ein-/Ausschalten nach Uhrzeit

| | Einschalten | | | | Ausschalten | | | | | |
|------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | aktiv | Uhrzeit | | Uhrzeit | | aktiv | Uhrzeit | | Uhrzeit | |
| | | Teil-Beleuchtung | | Voll-Beleuchtung | | | Teil-Beleuchtung | | Voll-Beleuchtung | |
| Sonntag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Montag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 18 | 00 | 17 | 30 |
| Dienstag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 22 | 00 | 21 | 45 |
| Mittwoch | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 22 | 00 | 21 | 45 |
| Donnerstag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 22 | 00 | 21 | 45 |
| Freitag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 16 | 00 | 15 | 00 |
| Samstag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

Abbildung 11: Modul Beleuchtung

Modul Druckluft Kompressor

Dieses Modul ist ähnlich aufgebaut wie das Modul Beleuchtung. Auch hier kann der Druckluftkompressor anhand der Schichtzeiten oder anhand einer Zeitschaltuhr ein-/ und ausgeschaltet werden.

Druckluft Kompressor

Ein-/Ausschalten nach Schichtzeiten

aktiv

Kompressor EIN vor Schichtbeginn min

Kompressor AUS nach Schichtende min

Kompressor AUS bei Pause

Ein-/Ausschalten nach Uhrzeit

| | Einschalten | | Ausschalten | |
|------------|--------------------------|---|--------------------------|---|
| | aktiv | Uhrzeit | aktiv | Uhrzeit |
| Sonntag | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> |
| Montag | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> |
| Dienstag | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> |
| Mittwoch | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> |
| Donnerstag | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> |
| Freitag | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> |
| Samstag | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input style="width: 40px;" type="text"/> : <input style="width: 40px;" type="text"/> |

Abbildung 12: Modul Druckluft Kompressor

In der Steuerung ist noch zusätzlich ein Eingang „Kompressor ein von extern“ vorhanden. Damit kann durch ein externes Signal der Kompressor unabhängig von den hier eingestellten Zeiten geschaltet werden

Modul externe Geräte

Es können noch weitere externe Geräte, wie z.B. ein Heizgerät oder ein Kühlgerät, nach dem gleichen Schema wie der Druckluft Kompressor geschaltet werden.

externe Geräte

Gerätebezeichnung

Ein-/Ausschalten nach Schichtzeiten aktiv

EIN vor Schichtbeginn min

AUS nach Schichtende min

AUS bei Pause

Ein-/Ausschalten nach Uhrzeit

| | Einschalten aktiv | Uhrzeit | Ausschalten aktiv | Uhrzeit |
|------------|--------------------------|---|--------------------------|---|
| Sonntag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> |
| Montag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> |
| Dienstag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> |
| Mittwoch | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> |
| Donnerstag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> |
| Freitag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> |
| Samstag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> |

Gerätebezeichnung

Ein-/Ausschalten nach Schichtzeiten aktiv

EIN vor Schichtbeginn min

AUS nach Schichtende min

AUS bei Pause

Ein-/Ausschalten nach Uhrzeit

| | Einschalten aktiv | Uhrzeit | Ausschalten aktiv | Uhrzeit |
|------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| Sonntag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> |
| Montag | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="text" value="5"/> : <input type="text" value="00"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="text" value="22"/> : <input type="text" value="10"/> |
| Dienstag | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="text" value="5"/> : <input type="text" value="05"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="text" value="22"/> : <input type="text" value="00"/> |
| Mittwoch | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="text" value="5"/> : <input type="text" value="10"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="text" value="22"/> : <input type="text" value="05"/> |
| Donnerstag | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="text" value="5"/> : <input type="text" value="15"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="text" value="22"/> : <input type="text" value="00"/> |
| Freitag | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="text" value="5"/> : <input type="text" value="00"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="text" value="15"/> : <input type="text" value="00"/> |
| Samstag | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> : <input type="text"/> |

Modul Druckluftverbrauch

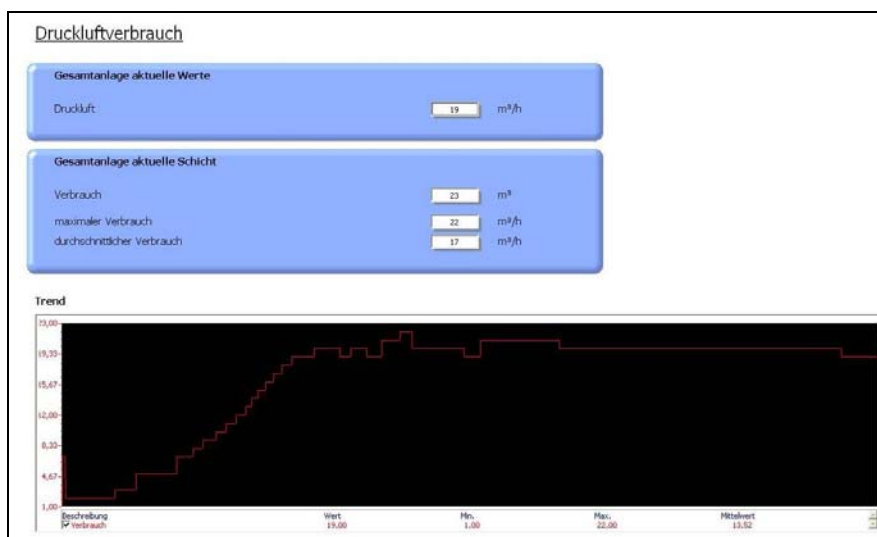


Abbildung 13: Modul Druckluftverbrauch

Mit Hilfe eines Druckluft-Durchflussmessgeräts kann der Druckluftverbrauch gemessen werden. Auch hier können die ganze Anlage oder nur einzelne Maschinen bzw. sogar einzelne Anlagenteile analysiert werden. Durch ein Wechseln des Messgerätes von Zeit zu Zeit können so mit einem Gerät mehrere Anlagenteile überwacht werden. Der Verbrauch wird in einem Trend angezeigt.

Modul Stromverbrauch

Mit Hilfe eines Messgeräts kann der Stromverbrauch der kompletten Anlage oder auch nur von einzelnen Maschine, je nachdem, wo das Messgerät eingebaut wird, angezeigt und aufgezeichnet werden. Somit können anhand der parallel aufgezeichneten Produktionsdaten, Rückschlüsse auf den Stromverbrauch und evtl. Einsparpotentiale geschlossen werden.

Modul Wasserverbrauch

Dieses Modul wurde nicht bearbeitet, da im Produktionsprozess bei der Firma MotipDupli der Wasserverbrauch ein nicht unbedingt relevantes Medium darstellt und damit keine wesentlichen Einsparungsmöglichkeiten bietet. Daher wurde entschieden, dieses Modul nicht weiter zu betrachten.

Des Weiteren konnte die Fixierung und Integration der Teilsysteme erfolgen. Die Software wurde modular aufgebaut. Die Modulbausteine sind ein- und ausschaltbar über eine Konfiguration:

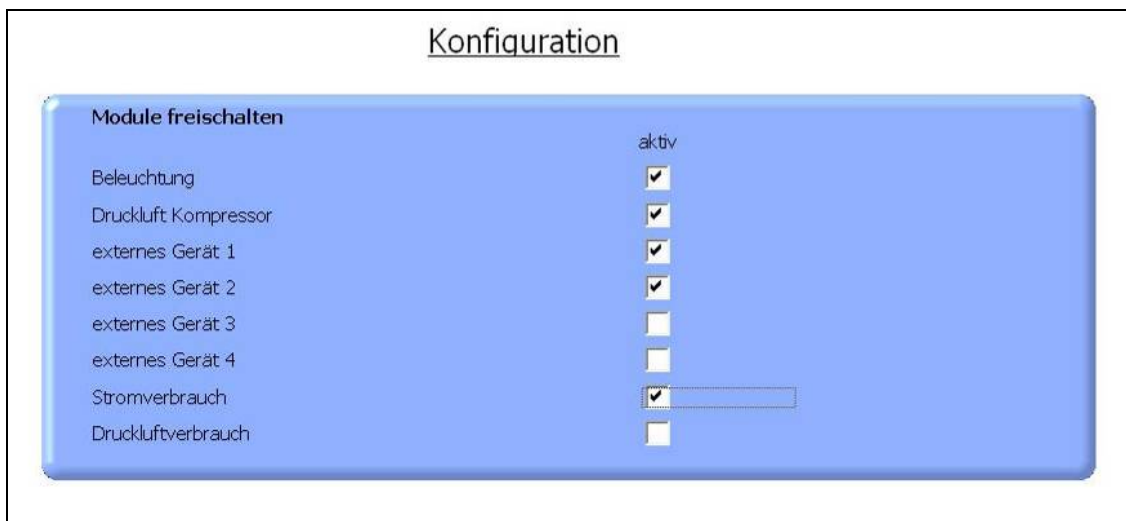


Abbildung 14: Konfiguration

Das Bedienkonzept und die Ergonomie wurden bestimmt. Die Darstellung der aktuellen Anlageninformationen erfolgt auf einem großen Bildschirm in der Produktionshalle. Hierbei stehen Einstellmöglichkeiten für Administratoren am PC im Schaltschrank der Zentralsteuerung (siehe oben beschriebene Modulbausteine) zur Verfügung.

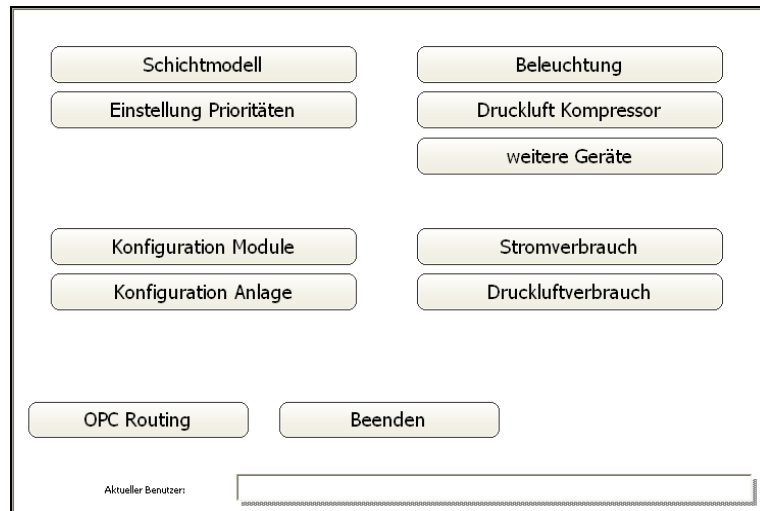


Abbildung 15: Bedienung

Die aufgezeichneten Daten wurden in einer Microsoft SQL-Datenbank gespeichert:

| Timestamp_Schichtende | Abfuellzeit | ST_Abfuellung | ST_Gas | ST_Wasserbad | ST_Ausstattung | ST_Verpackung | T_Ruesten | T_Pause | T_Handarbeit_... | T_Umarbeitung | Gesamtstueckzahl |
|-----------------------|-------------|---------------|---------|--------------|----------------|---------------|-----------|---------|------------------|---------------|------------------|
| 01.2011.11:33:00 | 0:01:26 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 421 |
| 14.01.2011 11:33:00 | 0:01:26 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 421 |
| 14.01.2011 11:33:00 | 0:01:26 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 421 |
| 14.01.2011 14:02:59 | 0:00:15 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 139 |
| 14.01.2011 14:39:00 | 0:00:45 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 62 |
| 14.01.2011 14:39:00 | 0:00:45 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 62 |
| 14.01.2011 14:39:00 | 0:00:45 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 62 |
| 14.01.2011 14:45:00 | 0:01:34 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 129 |
| 14.01.2011 15:16:14 | 0:00:44 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 469 |
| 14.01.2011 15:26:00 | 0:01:14 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 223 |
| 14.01.2011 21:59:59 | 2:28:55 | 0:38:50 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:31:08 | 0:00:00 | 0:00:00 | 14565 |
| 15.01.2011 06:00:00 | 0:11:48 | 0:09:13 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:31:08 | 0:00:00 | 0:00:00 | 1196 |
| 15.01.2011 14:00:00 | 3:54:31 | 0:28:57 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:58:43 | 0:00:00 | 0:00:00 | 23026 |

Abbildung 16: Speicherung der Daten in einer SQL-Datenbank

Da diese Daten aber nicht für den gewöhnlichen PC zugänglich sind, wurde ein neues Werkzeugsystem erstellt, um die Daten über Microsoft Excel von jedem Office-PC aus abrufen zu können. Dabei kann nur lesend auf die Datenbank zugegriffen werden:

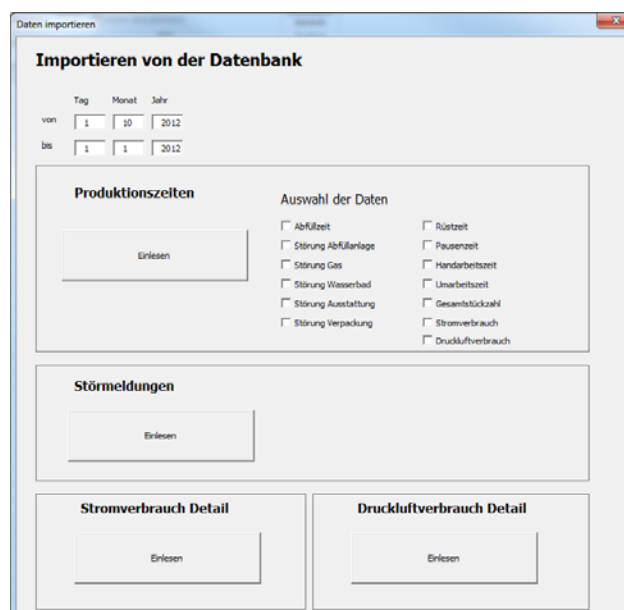


Abbildung 17: Importieren von der Datenbank

Der Anwender hat die Möglichkeit über Filterfunktion nur die Informationen ins Excel einzulesen, die für ihn von Bedeutung sind.

Die eingelesenen Daten liegen in Tabellenform vor:

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---------------------|----------|---------|---------|-------------------|-------------|---------------|
| 1 | Timestamp_Schichten | Abfuellz | T_Ruest | T_Pau | T_Handarbeit_Sonc | T_Umarbeitu | Gesamtstueckz |
| 2 | 01.04.2012 21:00 | 0:05:45 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 351 |
| 3 | 02.04.2012 06:00 | 3:59:04 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 21844 |
| 4 | 02.04.2012 22:00 | 3:15:09 | 0:00:00 | 0:30:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 18476 |
| 5 | 03.04.2012 14:00 | 3:21:39 | 0:00:00 | 0:27:17 | 0:00:00 | 0:00:00 | 17718 |
| 6 | 03.04.2012 22:00 | 3:00:48 | 0:00:00 | 0:29:59 | 0:00:00 | 0:00:00 | 16462 |
| 7 | 04.04.2012 06:00 | 5:31:32 | 0:00:00 | 0:28:34 | 0:00:00 | 0:00:00 | 29817 |
| 8 | 04.04.2012 14:00 | 5:17:03 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 25490 |
| 9 | 04.04.2012 22:00 | 3:49:00 | 0:00:00 | 0:28:46 | 0:00:00 | 0:00:00 | 22408 |
| 10 | 05.04.2012 06:00 | 4:15:23 | 0:00:00 | 0:29:43 | 0:00:00 | 0:00:00 | 32562 |
| 11 | 05.04.2012 13:59 | 2:04:35 | 0:00:00 | 0:27:39 | 0:00:00 | 0:00:00 | 10115 |
| 12 | 09.04.2012 22:00 | 0:09:35 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 758 |
| 13 | 10.04.2012 06:00 | 3:24:18 | 0:00:00 | 0:32:20 | 0:00:00 | 0:00:00 | 17967 |
| 14 | 10.04.2012 14:00 | 2:09:08 | 0:00:00 | 0:27:34 | 0:00:00 | 0:00:00 | 20964 |
| 15 | 10.04.2012 22:00 | 3:48:01 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 24698 |
| 16 | 11.04.2012 06:00 | 3:45:50 | 0:00:00 | 0:49:53 | 0:00:00 | 0:00:00 | 22792 |
| 17 | 11.04.2012 14:00 | 2:59:02 | 0:00:00 | 0:32:07 | 0:00:00 | 0:00:00 | 18393 |
| 18 | 11.04.2012 22:00 | 5:01:25 | 0:00:00 | 0:30:14 | 0:00:00 | 0:00:00 | 32629 |
| 19 | 12.04.2012 06:00 | 4:21:18 | 0:00:00 | 0:34:29 | 0:00:00 | 0:00:00 | 23981 |
| 20 | 12.04.2012 14:00 | 2:29:34 | 0:00:00 | 0:29:55 | 0:00:00 | 0:00:00 | 14929 |
| 21 | 12.04.2012 22:00 | 3:22:42 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 20379 |
| 22 | 13.04.2012 06:00 | 4:00:30 | 0:00:01 | 0:33:14 | 0:00:00 | 0:00:00 | 24344 |
| 23 | 13.04.2012 14:00 | 3:03:02 | 0:00:00 | 0:29:01 | 0:00:00 | 0:00:00 | 24289 |
| 24 | 14.04.2012 06:00 | 0:05:24 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 543 |
| 25 | 14.04.2012 14:00 | 2:25:50 | 0:00:00 | 0:29:55 | 0:00:00 | 0:00:00 | 15137 |
| 26 | 15.04.2012 22:00 | 0:00:00 | 0:17:39 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 835 |
| 27 | 16.04.2012 06:00 | 0:00:00 | 7:57:42 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 25807 |
| 28 | 16.04.2012 14:00 | 0:00:00 | 7:57:33 | 0:26:39 | 0:00:00 | 0:00:00 | 27748 |
| 29 | 16.04.2012 22:00 | 0:00:00 | 7:58:06 | 0:29:41 | 0:00:00 | 0:00:00 | 31358 |
| 30 | 17.04.2012 06:00 | 0:00:00 | 7:57:53 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 25228 |
| 31 | 17.04.2012 14:00 | 0:00:00 | 7:57:37 | 0:25:26 | 0:00:00 | 0:00:00 | 16844 |
| 32 | 17.04.2012 22:00 | 0:00:00 | 7:58:05 | 0:30:18 | 0:00:00 | 0:00:00 | 20078 |
| 33 | 18.04.2012 06:00 | 0:00:00 | 7:57:43 | 0:29:29 | 0:00:00 | 0:00:00 | 23763 |
| 34 | 18.04.2012 14:00 | 0:00:00 | 7:57:40 | 0:25:03 | 0:00:00 | 0:00:00 | 24816 |
| 35 | | | | | | | |

Abbildung 18: Tabellenauswertung der eingelesenen Daten

Das System ist so konfigurierbar, dass verschiedene Störmeldungen unterschiedliche Auswirkungen auf die Anlage haben.

In der Konfiguration muss einmalig jeder Störungsnummer einen Störungstext zugeordnet werden, der dann später in die Datenbank eingetragen wird, und eine Priorität für die Störung zu vergeben.

Konfiguration der Anlage

Anlagenkonfiguration

Anzahl der Einzel-Maschinen

Maschine Nr.

Bezeichnung

Anzahl der Störmeldungen

Störungs-Nr.

Bezeichnung

Priorität (1=hoch, 5=niedrig)

Abbildung 19: Konfiguration der Anlage

In einer weiteren Konfiguration hat der Anwender die Möglichkeit, einzustellen, wie die unterschiedlichen Prioritäten sich auf die Anlage auswirken:

- Warnleuchte einschalten
- Störleuchte einschalten
- Einzelmaschine stoppen
- Teilproduktion stoppen oder
- die gesamte Produktion stoppen.

| Einstellungen Prioritäten Störmeldungen | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (Priorität 1= hoch, Priorität 5=niedrig) | | | | | | |
| | in Datenbank eintragen | Meldeleuchte Warnung | Meldeleuchte Störung | Maschine stoppen | Teilproduktion stoppen | Produktion stoppen |
| Priorität 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Priorität 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Priorität 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Priorität 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Priorität 5 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Abbildung 20: Einstellungen von Prioritäten Störmeldungen

Das Informationssystem visualisiert Produktionsdaten der Abfüllanlage Band B im Hause der Firma MotipDupli.

Zu diesen Zeiten gehören:

Abfüllzeit = wenn Antriebsschnecke läuft und
wenn keine Störung und
wenn Pause, Rüsten, Handarbeit, Umarbeitung nicht aktiv sind

Stillstandszeit = Schichtzeit – Abfüllzeit

Die Optionen „PAUSE“, „RÜSTEN“, „HANDARBEIT“ und „UMARBEIT“ können über das BAT-Bedienfeld an der Abfüllmaschine bedient werden.

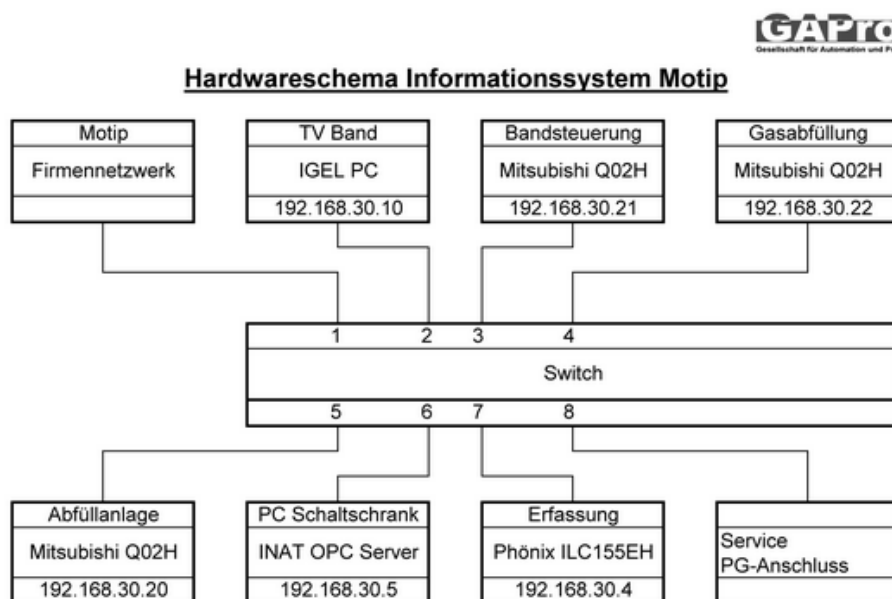


Abbildung 21: Hardwareschema Informationssystem

Eine weitere Möglichkeit, um auf das Gesamtsystem steuernd zugreifen zu können, stellt eine direkte Pausensteuerung vom Bedienterminal der Anlage dar. Auf der Hauptseite lassen sich die Zeiten für Rüsten, Pause, Handarbeit Sonderausstattung und Umarbeitungen aktivieren/deaktivieren. Zudem lässt sich immer nur eine Zeit starten. Jede kann manuell gestoppt werden. Ist „Pause“, „Handarbeit“ oder „Umarbeitung“ aktiv, wird diese beim Einschalten der Automatik gestoppt. Die Zeit „Rüsten“ muss manuell gestoppt werden. Auf den Buttons wird der Status aktiv/inaktiv der einzelnen Funktionen angezeigt.

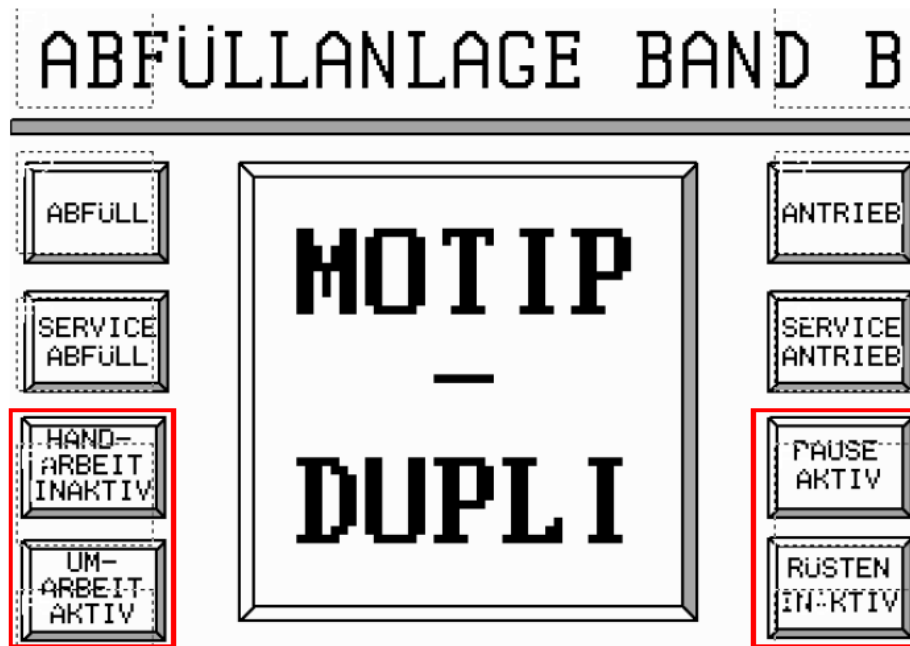


Abbildung 22: direkte Pausensteuerung / Bedienung an der Abfüllanlage

Phase III Test- und Optimierungsphase

3.2.8 AP 8: Aufbau Prototyp

Der Prototyp eines neuen Steuerungsverfahrens wurde bei der Firma MotipDupli aufgebaut und in Abfüllanlage B installiert. Die Funktionsfähigkeit des Systems wurde geprüft. Die Daten wurden in einem Feldtests auf verschiedene Arten erfasst (z.B. Digital). Es wurde ein einheitliches Format gewählt. Zu unterschiedlichen Betriebszuständen wurden Untersuchungen gemacht. Die Ergebnisse aus dem Modell konnten nachgewiesen werden. Die Daten wurden in einer Datenbank eingearbeitet, parallel wurden diese Daten an eine „höhere Datenbank“ von MotipDupli geliefert.

Die aufgezeichneten Daten wurden manuell auf Plausibilität geprüft. Das Verhältnis von „produktiver Zeit“ und „unproduktiver Zeit“ lag auf den ersten Blick bei einem erschreckenden Verhältnis von ca. 60:40.

3.2.9 AP 9: Versuchsdurchführung (Feld- / Anwendertests)

Nach Aufbau des Prototyps bei der Firma MotipDupli erfolgten Feld- und Anwendertests vor Ort. Es wurden umfangreiche Testreihen mit folgenden Ergebnissen durchgeführt:

Bei der Fa. MotipDupli wurden die einzelnen aufgezeichneten Daten mit der „Produktionsrealität“ überprüft. Hierbei mussten auch die eingesetzten Berechnungsmethoden, Auswertungsmethoden und Auswertungsverfahren teilweise neu programmiert und angepasst werden. So wurde gemeinsam mit der Firma MotipDupli mehrere Produktionsschichten begleitet und die aufgezeichneten Daten zeitnah direkt ausgewertet. Dies führte u.a. dazu, dass neue (nicht vorgesehene Funktionalitäten wie z.B. Handarbeit, Umarbeit) neu definiert und Einzug in die Auswertung erhielt. Somit konnten z.B. die Anlagenstillstandszeiten weiter plausibilisiert werden. Dadurch konnte die Transparenz und die Bewertung der Effektivität der Anlage deutlich gesteigert werden.

3.2.10 AP 10:Optimierung

Es wurden im Bereich „Ausstattung“ und im Bereich „Verpackung“ zusätzliche Melde- und einfache Bedienstellen eingerichtet. Die Mitarbeiter mussten hierzu sensibilisiert, ja zum Teil regelrecht trainiert werden, die nicht automatischen Funktionen von Hand zu melden bzw. zu bestätigen oder abzuwählen. Hierzu musste die Maschine umgerüstet werden und es erfolgten weitere Optimierungsarbeiten.

3.2.11 AP 11:Dokumentation

Die durchgeführten Arbeiten wurden in Form eines Zwischenberichtes und dem vorliegenden Abschlussbericht dokumentiert. Die im Projektverlauf erarbeiteten Ergebnisse wurden in einer Ordnerstruktur gespeichert und stehen in elektronischer Form zur weiteren Verwendung zur Verfügung.

3.3 Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung

Ziel des Projektes war die steuerungstechnische Entwicklung eines Ethernet-basierenden Steuerungsverfahrens, durch das eine Energie- sowie Ressourcenoptimierung an industriellen Fertigungsanlagen verwirklicht werden kann. Die Demonstration des Steuerungsverfahrens wurde am Beispiel der industriellen Fertigung von Lackaerosolen vorgesehen und konnte weitestgehend erreicht werden. Die Demonstration des neuen zentralen Steuerungssystems konnte im Hause der Firma MotipDupli erfolgreich gezeigt werden.

Es konnte ein zentrales Steuerungssystem geschaffen werden, wodurch der Umgang mit Energie effizienter gestaltet wird, Maschinen- und Anlagenkomponenten autark weiter betrieben werden können, Daten übergreifend zur Verfügung stehen und offene Auswertungen ermöglicht werden. Die Konzeption und Entwicklung einer Datenerfassung durch intelligente Schnittstellen (Datenaustausch) und bitverarbeitende Signalauswertungen durch eine Vernetzung der

Einzelmaschinensteuerungen mittels einer „übergeordneten“ Hierarchie zur Erfassung, Aufbereitung der Daten der entwickelten Module und deren Ordnung zur weiteren Auswertung und Nutzung stellte dabei die Basis dar. Die erhaltene Datenstruktur kann einheitlich genutzt werden. Der Anwender erhält eine umfassende Transparenz seines Prozesses und die Möglichkeit, den Energieeinsatz und die Energieverbräuche zu reduzieren. Die angestrebten Ziele wurden voll erreicht.

Aufgrund eines Geschäftsführerwechsels innerhalb der Projektlaufzeit bei der Firma MotipDupli war es schwierig, die Daten zu den Energieverbräuchen zu erhalten. Daher musste die Firma GAPro teilweise die Werte „von Hand“ im Produktionsprozess ablesen, was nicht immer einfach war und mit zusätzlichem Aufwand verbunden war. Gleichzeitig wurde im März 2012 die Linie 4 eingeführt, welche Mitte des Jahres 2012 voll in Betrieb ging, wodurch ein direkter Vergleich der Jahreszahlen und der Energiewerte nicht direkt möglich war. Dadurch ist im Jahr 2012 trotz der Entwicklung und Integration des erarbeiteten Steuerungssystems durch die Firma GAPro der tatsächliche Energieverbrauch eher gestiegen.

Nachfolgende Tabelle stellt eine Gesamtübersicht der Energieverbräuche und die Anzahl der produzierten Stückzahlen bei der Firma MotipDupli dar. Die Energieverbräuche beziehen sich dabei auf die gesamte Firma MotipDupli, also nicht nur auf die Produktion. Diese Energieverbräuche beinhalten damit einen mehr oder weniger fixen Teil des Verbrauchs, welcher für die Verwaltung, Gebäude etc. benötigt wird. Um bessere Aussagen tätigen zu können, sollten eigentlich diese Fixverbräuche heraus gerechnet werden. Da die Firma GAPro aber nur einen Gesamtstromverbrauch von der Firma MotipDupli bekommen hat, wurde mit diesen Zahlen weitergearbeitet um entsprechende Auswertungen vornehmen zu können.

Tabelle 1: Energieverbräuche pro Jahr bezogen auf die Gesamtstückzahl bei Fa. MotipDupli

| Jahr | 2010 | 2011 | 2012 (Jan-Aug) |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Aerosole [Stück] | 36.852.449 | 41.376.007 | 30.597.169 |
| Lackstifte [Stück] | 5.004.110 | 4.477.328 | 3.104.996 |
| Gesamtstückzahl | 41.856.559 | 45.853.335 | 33.702.165 |
| | | | |
| Stromverbrauch [kwh] | 3.644.560 | 3.833.389 | 2.782.883 |
| bezogen auf Stückzahl [kwh] | 0,0871 | 0,0836 | 0,0826 |
| | | | |
| Druckluft [kwh] | 594.387 | 378.822 | 319.465 |
| bezogen auf Stückzahl [kwh] | 0,0142 | 0,0083 | 0,0095 |

In der nachfolgenden dargestellten Tabelle 2 und dem dazugehörigen Schaubild (siehe Abbildung 23) ist der Stromverbrauch (der gesamten Firma MotipDupli) bezogen auf die produzierte Stückzahl dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass vor allem bei geringer produzierten Stückzahlen der Stromverbrauch pro Stück ansteigt (siehe Werte Dez. 10 / Dez. 11). Dies liegt zum einen daran, dass die Fixverbräuche der Firma sich mehr auf die Verbräuche pro Dose auswirken, zum anderen aber auch daran, dass die Anlagen bei weniger Auslastung mehr Leerlauf haben und somit Energie ungenutzt (ohne Produktion) verbraucht wird. An diesem Punkt setzt das neue System an, so dass bei Pausen oder Störungen, die Anlage anhält bzw. abschaltet.

Außerdem ist zu erkennen, dass im Dezember 2010 der Stromverbrauch pro Dose bei 0,136 kWh lag; im Dezember 2011 dagegen bei ähnlich produzierter Stückzahl betrug der Stromverbrauch dagegen nur 0,120 kWh. Dies ist auf eine effektivere Nutzung der Energie an der Anlage zurückzuführen. Bei hoher Anlagenauslastung ist eine Einsparung beim Druckluftverbrauch schwerer zu erkennen, da die Anlagen ohne lange Stillstandzeiten durchlaufen.

Tabelle 2: Stromkosten pro Monat bezogen auf Stückzahlen über die Projektlaufzeit bei Fa. MotipDupli

| Monat | Aerosole | Lackstifte | Gesamtstückzahl | Stromverbrauch | Stromverbrauch / Stück [kWh] |
|--------|-----------|------------|-----------------|----------------|------------------------------|
| Jan 10 | 2.635.951 | 258.159 | 2.894.110 | 289.132 | 0,100 |
| Feb 10 | 2.324.887 | 190.187 | 2.515.074 | 261.668 | 0,104 |
| Mrz 10 | 3.150.745 | 359.412 | 3.510.157 | 314.067 | 0,089 |
| Apr 10 | 3.364.310 | 491.007 | 3.855.317 | 307.984 | 0,080 |
| Mai 10 | 3.387.705 | 540.474 | 3.928.179 | 334.342 | 0,085 |
| Jun 10 | 3.625.098 | 618.395 | 4.243.493 | 333.784 | 0,079 |
| Jul 10 | 4.150.889 | 604.543 | 4.755.432 | 341.047 | 0,072 |
| Aug 10 | 3.438.948 | 545.850 | 3.984.798 | 311.298 | 0,078 |
| Sep 10 | 3.250.917 | 427.374 | 3.678.291 | 310.558 | 0,084 |
| Okt 10 | 3.231.301 | 354.540 | 3.585.841 | 313.401 | 0,087 |
| Nov 10 | 2.756.824 | 427.669 | 3.184.493 | 292.346 | 0,092 |
| Dez 10 | 1.534.873 | 186.500 | 1.721.373 | 234.933 | 0,136 |
| Jan 11 | 2.852.676 | 284.576 | 3.137.252 | 314.523 | 0,100 |
| Feb 11 | 3.303.102 | 233.002 | 3.536.104 | 308.464 | 0,087 |
| Mrz 11 | 3.829.518 | 433.394 | 4.262.912 | 353.269 | 0,083 |
| Apr 11 | 3.836.519 | 386.539 | 4.223.058 | 326.831 | 0,077 |
| Mai 11 | 4.457.842 | 555.430 | 5.013.272 | 359.481 | 0,072 |
| Jun 11 | 4.216.249 | 495.135 | 4.711.384 | 353.706 | 0,075 |
| Jul 11 | 4.331.968 | 432.770 | 4.764.738 | 356.537 | 0,075 |
| Aug 11 | 3.566.998 | 391.970 | 3.958.968 | 332.034 | 0,084 |
| Sep 11 | 2.962.378 | 321.048 | 3.283.426 | 276.465 | 0,084 |
| Okt 11 | 2.959.156 | 404.704 | 3.363.860 | 292.130 | 0,087 |
| Nov 11 | 3.162.622 | 357.147 | 3.519.769 | 309.719 | 0,088 |
| Dez 11 | 1.896.979 | 181.613 | 2.078.592 | 250.230 | 0,120 |
| Jan 12 | 3.412.562 | 304.233 | 3.716.795 | 352.559 | 0,095 |
| Feb 12 | 3.908.830 | 323.178 | 4.232.008 | 367.147 | 0,087 |
| Mrz 12 | 3.786.470 | 410.456 | 4.196.926 | 339.261 | 0,081 |
| Apr 12 | 3.529.940 | 398.653 | 3.928.593 | 314.507 | 0,080 |
| Mai 12 | 3.788.725 | 487.114 | 4.275.839 | 343.990 | 0,080 |
| Jun 12 | 4.251.837 | 351.097 | 4.602.934 | 352.231 | 0,077 |
| Jul 12 | 4.258.343 | 422.947 | 4.681.290 | 351.177 | 0,075 |

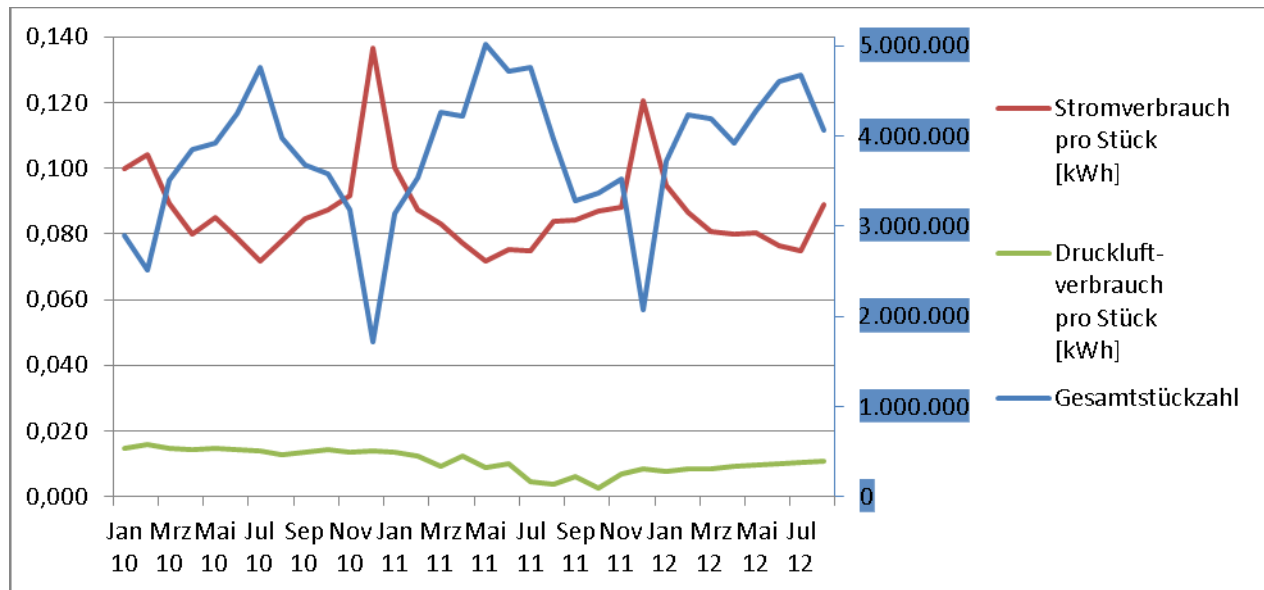


Abbildung 23: Stromverbrauch, Druckluftverbrauch und Gesamtstückzahlverlauf über die Projektlaufzeit bei Fa. MotipDupli betrachtet

In Abbildung 23 ist außerdem zu erkennen, dass insbesondere in den Wintermonaten (November – Januar) die Produktion von Aerosolen bei der Firma MotipDupli zurück geht, da in den kälteren Monaten in der Regel eine geringere Nachfrage anzutreffen ist.

Die Umweltbilanz errechnet sich wie folgt:

Auf Basis der uns zur Verfügung gestellten Daten wurde die Umweltbilanz errechnet:

Als Grundlage wird der Stromverbrauch pro Stück aus dem Jahr 2010 zu Grunde gelegt. Die Einsparung ergibt sich aus der Differenz des Stromverbrauchs multipliziert mit der Stückzahl. Die vermiedene CO₂-Emission beträgt daraus abgeleitet bei der dargestellten Konfiguration und der Annahme von 600 g CO₂/kWh jährlich bei ca. 91.000 - 95.000 kg CO₂.

Tabelle 3: Energieeinsparung

| Jahr | 2010 | 2011 | 2012 (Jan-Aug) |
|---|------|---------|----------------|
| Energieeinsparungen [kWh] (im Vergleich zu 2010) | 0 | 159.181 | 151.653 |
| Einsparung CO₂ [kg] | 0 | 95.508 | 90.992 |

Wird im Jahr 2012 eine ähnliche Stückzahl wie im Jahr 2011 angenommen, ergibt sich für das gesamte Jahr 2012 eine Energieeinsparung von ca. 206.330 kWh und damit eine CO₂-Einsparung von 123.798 kg CO₂. Die Einsparungen im Bereich der Druckluft sind bereits in der Energieeinsparung im Stromverbrauch enthalten, da die Druckluftkompressoren elektrisch betrieben werden.

Aus den oben ermittelten Werten ergibt sich eine CO₂-Ersparnis von mind. ca. 123.798 kg CO₂ pro Jahr alleine für den Standort der Fa. MotipDupli in Haßmersheim.

Die Firma GAPro hat damit die hohen Erwartungen weitestgehend im Rahmen der ersten Zielsetzung erfüllt. Durch Einsatz der zentralen Steuerung konnte eine Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs nachgewiesen werden. Dies konnte am Demonstrationsbeispiel bei der Firma MotipDupli gezeigt werden. Hier konnte eine Energieeinsparung von 206.330 kWh und eine CO₂-Ersparnis von 123.798 kg im Jahr 2012 erreicht werden konnte.

Der Druckluftverbrauch (siehe Abbildung 23) wird direkt vom Kompressor aufgezeichnet. Die Werte in der Jahresmitte 2011 sind jedoch anzuzweifeln, da diese bezogen auf die produzierten Stückzahlen zu niedrig sind. Tendenziell ist aber eine Verringerung in den Jahren 2010 bis 2012 zu erkennen.

3.4 Ausblick / Anschlussarbeiten

Die begonnenen Arbeiten im Zusammenhang mit konkreten Kundenanforderungen werden fortgesetzt und im Rahmen der Möglichkeiten in Phase II genutzt. In Phase II ist die Adaption an Anlagen verwandter und in weiteren Schritten an beliebige Fertigungslinien geplant, was es ermöglicht, den Weg für die Entwicklung eines kleinserientauglichen Steuerungssystems für verschiedene Anwendungen zu ebnen. Neben der Demonstration des Verfahrens zur zentralen Steuerung einer industriellen Fertigungsanlage von Lackaerosolen soll somit das Verfahren für alle nur erdenklichen Anlagentypen mit sehr wenig Aufwand adaptiert werden.

Folgende weitere Anwendungsbereiche sollen in Phase II (Hauptphase) berücksichtigt werden:

- Anlagen im Bereich der Oberflächenbeschichtung
- Anlagen zur Herstellung von Kosmetika
- Anlagen zur Herstellung von Nahrungsmitteln
- Verpackungslinien jeder Art
- Anlagen zur Herstellung chemischer Stoffe (da die gesamte Steuerung durch die Gegebenheiten des Lackaerosolherstellers ohnehin in ex-geschützter Bauweise zu erfolgen hat)

Dadurch ist die Erschließung weiterer, bislang nicht absehbarer Anwendungsbereiche möglich.

4. Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Ergebnisse dieses Projektes sollen im Direktvertrieb vermarktet werden. Es ist eine weltweite Veröffentlichung geplant. Das Projekt wurde neben der Firma MoltipDupli vertraulich bereits weiteren Kunden vorgestellt. Die Resonanz war durchweg positiv. Mehrere Kunden sind bereit, das System einzusetzen. Die Einsatzmöglichkeiten des neuen Steuerungsverfahrens sind grundsätzlich: Optimierung von Repromaßnahmen, Neuanlagen sowohl in der Konzeption als auch im Betrieb sowie neue Anlagen, die bereits ein Konzept zur Schnittstelle zu GISSE vorsehen.

Folgenden Produktbereiche/Branchen und Kunden wurde das Projekt bereits vorgestellt: Arzneimittel/Gesundheit: Fa. Dr. TheissNaturwaren, Körperpflege: Fa. Mann & Schröder GmbH, Chemie: Fa. Münzing Chemie, Instandsetzung: Fa. Bilfinger Industrial Services und Automation: Fa. Fibro Läßle Technology. Dadurch ist ein breitenwirksamer Einsatzbereich des zentralen Steuerungsverfahrens sichergestellt, wodurch ein großer Markt bedient werden kann. Zudem wurde bereits entsprechendes Werbematerial in Auftrag gegeben. Des Weiteren sind Veröffentlichungen und Vorträge, sowohl über Direktkontakt, aber auch über Printmedien geplant. Nach Weiterentwicklung der Modultechnik soll das zentrale Steuerungsverfahren auf Messen und Veranstaltungen vorgestellt werden (z.B. Light+Building in Frankfurt; der sps ipc drives in Nürnberg, aber auch auf Messen wie automatica in München oder motek in Stuttgart etc.). Weiter ist ein wissenschaftlicher Vortrag auf einer einschlägigen Energiekonferenz geplant. Des Weiteren soll das System durch Anzeigen und Beiträge in Fachzeitschriften, gezielte Kundenbesuche und Vorfürhungen vermarktet werden.

Die Firma GAPro ist sehr daran interessiert, die gewonnen Erkenntnisse auf dem internationalen Markt zu verwerten. Entsprechende verkaufsfördernde Maßnahmen, wie z.B. intensive Kundengespräche, Schulungsmaßnahmen etc. sind ab 2013 geplant.

Der Firma GAPro sind ca. 20 „große“ Lackaerosolhersteller bekannt. Zu mehreren Firmen hat das Unternehmen GAPro bereits direkte Kontakt aufgenommen und das neue zentrale Steuerungsverfahren vorgestellt um die Akzeptanz einer zentralen Steuerung zur Energie- und Ressourcenoptimierung bei den betreffenden Unternehmen zu klären. Alle Unternehmen sind sehr interessiert eine zentrale Steuerung in deren Unternehmen installieren zu lassen sowie in Betrieb zu nehmen.

Sollten nur 3 weitere Lackaerosolhersteller den Einsatz der zentralen Steuerung zulassen, könnten am Demonstrationsbeispiel der Fa. MotipDupli eine CO₂-Ersparnis von in Summe **ca. 371.000 kg pro Jahr** durch die zuvor beschriebenen Maßnahmen erreicht werden.

Das Unternehmen GAPro rechnet aber realistisch mit weitaus höherer Akzeptanz des Systems und daraus mit einem höheren Marktvolumen, da auf dem deutschen Markt eher weniger Anbieter mit großem Produktionsvolumen bestehen.

5. Fazit

Das Projekt verlief weitestgehend zur vollen Zufriedenheit. Zum jetzigen Zeitpunkt sprechen alle Punkte für eine erfolgreiche Umsetzung des Projekts. Die unterschiedliche Datenformate und -typen machten ein konsequentes, strukturiertes Abarbeiten und immer wiederkehrende Kontrollen und Überprüfungen erforderlich. Auch stellten die mannigfaltigen Produktionsanlagenzustände eine große Herausforderung dar, eine korrekte Analyse aus den Informationen abzubilden. Es war ständig das Ziel, mit einem Minimum an Kosten eine optimale Produktion sowie ein optimal verwertbares Endprodukt zu erzeugen.

Die Feldversuche bei der Firma MotipDupli bestätigen den Trend, dass zentrale Steuerungssysteme, wie im vorliegenden Projekt, zukünftig stark nachgefragt werden. Auch von den Maschinenherstellern sind positive Resonanzen zu vernehmen. Die Bereitschaft für eine Anwendung ist vorhanden, so dass derzeit alle Punkte für eine erfolgreiche Realisierung der zweiten Phase sprechen. In dieser soll die Adaption der zentralen Steuerung an Anlagen verwandter und in weiteren Schritten an beliebige Fertigungslinien erfolgen. Hierzu müssen die Module des Steuerungssystems entsprechend weiterentwickelt werden.

Bei der Demonstration des zentralen Steuerungsverfahrens bei der Fa. MotipDupli war es bedingt durch die Einführung eines vierten Produktionsbandes Mitte des Jahres 2012 für die Firma GAPro schwierig, den tatsächlichen Energieverbrauch ermitteln zu können, da die Firma MotipDupli gleichzeitig nur für die gesamte Firma die Energiedaten zur Verfügung stellte. Die Integration eines vierten Bandes führte somit zu einer Verzerrung der Ergebnisse und machte einen Vergleich der Jahre 2010 und 2012 nicht direkt möglich. Daher wurden die Werte aus der ersten Jahreshälfte 2012 hochgerechnet um einen Vergleich mit den Vorjahren durchführen zu können. Dadurch sind eine Energieeinsparung und damit eine Reduzierung der CO₂-Emissionen in den Jahren 2010 bis 2012 deutlich zu erkennen. Auf Basis des Projekts ergibt sich eine CO₂-Ersparnis von mind. ca. 123.798 kg CO₂ pro Jahr alleine für den Standort der Fa. MotipDupli in Haßmersheim.

Die Firma GAPro hat die hohen Erwartungen somit weitestgehend im Rahmen der ersten Zielsetzung erfüllt. Dies konnte am Demonstrationsbeispiel bei der Firma MotipDupli gezeigt werden, da eine Energieeinsparung von 206.330 kWh und eine CO₂-Ersparnis von ca. 123.798 kg im Jahr 2012 erreicht werden konnte.

Die erste Phase des Gesamtprojektes wurde somit abgeschlossen und bestätigt die Richtigkeit des Ansatzes zur energiesparenden, wirtschaftlichen und ökologischen zentralen Steuerung im Bereich der Lackaerosolherstellung, der in die heutige Zeit passt.

Wir bedanken uns nochmals, für die Unterstützungen zu diesem zukunftsweisenden Projekt und für die damit verbundene Sicherung von Arbeitsplätzen.

Anlage

A Interne Projektbewertung durch den Bewilligungsempfänger

Bewertung der Projektergebnisse (kritische Betrachtung):

Das Projekt verlief weitestgehend zur vollen Zufriedenheit. Die aktuellen Entwicklungen bei der Firma MotipDupli bestätigen den Trend, dass zentrale Steuerungssysteme wie im vorliegenden Projekt zukünftig stark nachgefragt werden. Auch von den Maschinenherstellern sind positive Resonanzen zu vernehmen. Die Bereitschaft für eine Anwendung ist vorhanden, so dass derzeit alle Punkte für eine erfolgreiche Realisierung der zweiten Phase sprechen. In dieser soll die Adaption an Anlagen verwandter und in weiteren Schritten an beliebige Fertigungslinien erfolgen. Hierzu müssen die Module entsprechend weiterentwickelt werden.

Soll-Ist-Vergleich der Projektkosten:

| | |
|----------------------|--------------|
| beantragte Kosten | 300.041,00 € |
| angefallene Kosten | 303.328,00 € |
| bewilligter Zuschuss | 120.000,00 € |
| abgerufener Zuschuss | 120.000,00 € |

Darlegung der im Bewilligungsschreiben formulierten Bewilligungsaufgaben:

Im Abschlussbericht wurde eine ökonomische und ökologische Bilanzierung der Entwicklung in Abgrenzung zum Stand der Technik durchgeführt.

Die Firma GAPro hat die hohen Erwartungen weitestgehend im Rahmen der ersten Zielsetzung erfüllt. Dies konnte am Demonstrationsbeispiel bei der Firma MotipDupli gezeigt werden, da eine Energieeinsparung von 206.330 kWh und eine CO₂-Ersparnis von ca. 123.798 kg im Jahr 2012 erreicht werden konnte. Da die Firma MotipDupli für das Projekt der Firma GAPro nur für die gesamte Firma die Energiedaten zur Verfügung stellte, war es für die Firma GAPro jedoch schwierig den tatsächlichen Energieverbrauch ermitteln zu können. Die Einführung eines vierten Bandes Mitte 2012 verzerrt die Ergebnisse gleichzeitig und machte einen Vergleich der Jahre 2010 und 2012 nicht direkt möglich. Daher wurden die Werte aus der ersten Jahreshälfte 2012 hochgerechnet um einen Vergleich mit den Vorjahren durchführen zu können. Tendenziell sind aber eine Energieeinsparung und damit eine Reduzierung der CO₂-Emissionen in den Jahren 2010 bis 2012 deutlich zu erkennen.

Das Projekt wurde bei Kunden der Firma GAPro bereits vertraulich vorgestellt. Die Resonanz zu den durchgeführten Arbeiten und den damit verbundenen Ergebnissen war durchweg positiv. Im Rahmen der Gespräche haben sich bereits mehrere angesprochene Kunden bereit erklärt, das System nach Beendigung der Entwicklungsphase zu testen. Damit sind hervorragende Grundlagen für einen umfassenden Feldtest gegeben.

| | |
|------------|---|
| Datum | Stempel und Unterschrift des Bewilligungsempfängers |
| 06.03.2013 | |