

Diplomarbeit

Stefan Baumann

Entwicklung eines Bedien- und
Beobachtungssystems für eine Gipsmahanlage
mit InTouch

Stefan Baumann

Entwicklung eines Bedien- und
Beobachtungssystems für eine Gipsmahlanlage
mit InTouch

Diplomarbeit eingereicht im Rahmen der Diplomprüfung
im Studiengang Informations- und Elektrotechnik
Studienrichtung Automatisierungstechnik
am Department Informations- und Elektrotechnik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer : Prof. Dr. Henning Hasemann
Zweitgutachter : Prof. Dr. Ing. Ulfert Meiners

Abgegeben am 18. Dezember 2008

Stefan Baumann

Thema der Diplomarbeit

Entwicklung eines Bedien- und Beobachtungssystems für eine Gipsmahanlage mit InTouch

Stichworte

Gipsmahanlage, HMI- System, Wonderware InTouch, Oberflächengestaltung, Darstellung von Stoff- und Prozessgrößen, zielgerichtete Fehlersuche von Störungen, Anlagensimulation vor der Inbetriebnahme, Aufwände von Planungs-/ Ausführungsphasen und Visualisierung

Kurzzusammenfassung

Diese Arbeit umfasst die Erstellung einer Visualisierung von einer Gipsmahanlage mit einem geeigneten HMI- System (Wonderware InTouch). Hierbei wird die Anlagenbedienung, die Oberflächengestaltung, sowie die Simulation unter ergonomischen Gesichtspunkten betrachtet.

Stefan Baumann

Title of the paper

Development of an operation and monitoring system for a gypsum grinding plant with InTouch

Keywords

Gypsum grinding plant, HMI- system, Wonderware InTouch, surface design, construction of process parameters, display of material and process parameters, target- oriented troubleshooting, plant simulation before commissioning, scope of planning/ design phases and visualization

Abstract

This paper describes the visualization of a gypsum grinding plant based on a special HMI- system (Wonderware InTouch) with the main focus on the ergonomic aspects of plant operation, surface design and simulation.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	6
Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis.....	9
1 Einleitung	10
2 Gipsmahlanlage	12
3 HMI- System	14
3.1 Auswahl eines herstellernunabhängigen HMI- Systems	14
3.2 Oberflächengestaltung für das Bedienpersonal.....	17
3.2.1 Bildschirmaufteilung.....	19
3.2.2 Verständliche Symbole	20
3.2.3 Farbcodierungen.....	21
3.2.4 Allgemeine Kulturunterschiede	25
3.3 Darstellung von Stoff- und Prozessgrößen und Objekten	29
3.3.1 Fließbilder	29
3.3.2 Messstellen.....	31
3.3.3 Darstellung von Reglern	33
3.3.4 Darstellung von Trends.....	35
3.3.5 Darstellung von Betriebsarten.....	36
3.3.6 Darstellung von Objekten.....	37
3.4 Umsetzung einer Visualisierung	38
4 Wonderware InTouch	40
4.1 Schnittstelle zwischen SPS und InTouch	41
4.2 WindowMaker Programmelemente	43
4.3 Variablenliste	44
4.4 Funktionen von InTouch	45
4.5 Sprachumschaltung	49
4.6 Alarme/ Ereignisse.....	51
4.7 Echtzeit- und Archivierungstrenddiagramme	52
5 Zielgerichtete Fehlersuche von Störungen.....	54
5.1 Startsequenz.....	54
5.2 Abschaltungssequenzen/-szenarien	55
5.3 Gruppenstatusanzeigen.....	56
6 Anlagensimulation vor der Inbetriebnahme.....	57

7 Anlagensvisualisierung	58
7.1 Systemaufbau	58
7.2 Umsetzung der Datenarchivierung	63
7.3 Aufbau der Visualisierung	65
7.3.1 Allgemeine Anlagen Übersicht.....	65
7.3.2 Kopf- und Fußzeile.....	66
7.3.3 Bedienebenen und Anmeldungs-/ Abmeldungs- Verfahren.....	67
7.3.4 Allgemeine Farbdarstellungen	69
7.3.5 Allgemeine Zustände	71
7.3.6 Sollwerte	73
7.3.7 Anlagenbilder	75
7.3.8 Betriebssteuerungen.....	82
7.3.9 Regelkreise	85
7.3.10 Alarm Darstellung/Bedienung	86
7.3.11 Trend Darstellung/Bedienung	87
7.3.12 Allgemeine Warnungen.....	88
8 Bewertung der Aufwände von Planungs- und Ausführungsphasen	89
9 Zusammenfassung	92
Literaturverzeichnis.....	94
Anhang	95
A.1 Übersicht verschiedener Komponenten	95
A.2 Rohr- und Instrumentierungsfließbild der Gipsmahlanlage	97
A.3 Symbole im Rohr- und Instrumentierungsfließbild	98
A.4 HMI- System Farbcodierungen der Gipsmahlanlage	100
A.5 Elektronische Dokumentation.....	104

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen	Erläuterung
Ack	Quittierung (<i>engl. <u>a</u>cknowledge</i>)
Auto	<u>A</u> utomatisch
B&B	<u>B</u> edienen & <u>B</u> eobachten
CP	<u>C</u> laudius <u>P</u> eters
CPU	Hauptprozessor (<i>engl. <u>c</u>entral <u>p</u>rocessing <u>u</u>nit</i>)
DIN	<u>D</u> eutsche <u>I</u> ndustrie <u>N</u> orm
D- Glied	<u>D</u> ifferenzial- Glied
EMSR- Technik	Elektro-, <u>M</u> ess-, <u>S</u> teuerungs-, <u>R</u> egelungstechnik
EN	<u>E</u> uropäische <u>N</u> orm
E/A	<u>E</u> ingang/ <u>A</u> usgang
HGG	Heißgaserzeuger (<i>engl. <u>h</u>ot <u>g</u>as <u>g</u>enerator</i>)
HMI	Mensch Computer Interaktion (<i>engl. <u>h</u>uman <u>m</u>achine <u>i</u>nterface</i>)
IP	<u>I</u> nternetprotokoll
ISO	Internationale Organisation für Normung (<i>engl. <u>i</u>nternational <u>o</u>rganization for <u>s</u>tandardization</i>)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission (<i>engl. <u>i</u>nternational <u>e</u>lectrotechnical <u>c</u>ommission</i>)
I- Glied	<u>I</u> ntegral- Glied
Manu	<u>M</u> anuell
MTBF	Mittlere Ausfallzeit bis ein Fehler auftritt (<i>engl. <u>m</u>ean <u>t</u>ime <u>b</u>etween <u>f</u>ailure</i>)→ Summe von MTTF und MTTR
MTTF	Zeitraum bis zum Fehler (<i>engl. <u>m</u>ean <u>t</u>ime <u>t</u>o <u>f</u>ailure</i>)
MTTR	Mittlere Reparaturzeit (<i>engl. <u>m</u>ean <u>t</u>ime <u>t</u>o <u>r</u>epair</i>)
P- Glied	<u>P</u> roportional- Glied
PC	<u>P</u> ersonal <u>C</u> omputer
PV	Prozesswert (<i>engl. <u>p</u>rocess <u>v</u>alue</i>)
R+I Fließbild	<u>R</u> ohr- und <u>I</u> nstrumentierungsfließbild
SCADA	Überwachung, Steuerung und Datenerfassung (<i>engl. <u>s</u>upervisory <u>c</u>ontrol <u>a</u>nd <u>d</u>ata <u>a</u>cquisition</i>)
SP	Sollwert (<i>engl. <u>s</u>et<u>p</u>oint</i>)
SPS	<u>S</u> peicher- <u>P</u> rogrammierbare- <u>S</u> teuerung
V	<u>V</u> erfügbarkeit

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Claudius Peters Mühle.....	10
Abbildung 2.1: Technologieprinzip einer Gipsmahlanlage [8].....	13
Abbildung 3.1: Bildschirmaufteilung [11].....	19
Abbildung 3.2: Allgemeine Kulturunterschiede [6].....	25
Abbildung 3.3: Signalwirkungen von Farben unterschiedlicher Kulturkreise [1].....	26
Abbildung 3.4: Unterschiedliche Symbole mit gleichen Bedeutungen.....	27
Abbildung 3.5: Fehlbedienung.....	28
Abbildung 3.6: Beispiel Grundfließbild [11].....	30
Abbildung 3.7: Beispiel Verfahrensließbild [11].....	30
Abbildung 3.8: Beispiel R+I Fließbild [11].....	31
Abbildung 3.9: Beispiel einer Temperaturmessstelle.....	31
Abbildung 3.10: Blockdarstellung eines PID- Systems.....	33
Abbildung 3.11: Aufbau einer Regleranalyse mit einer Visualisierung.....	34
Abbildung 3.12: Darstellung von Betriebsarten.....	36
Abbildung 3.13: Blockdiagramm der Vorgehensweise.....	38
Abbildung 4.1: Schnittstelle zu der SPS.....	41
Abbildung 4.2: Konfiguration der E/A- Verbindung.....	42
Abbildung 4.3: WindowMaker- Programmelemente.....	43
Abbildung 4.4: Variablenliste.....	44
Abbildung 4.5: InTouch Funktion - Aktionsfenster.....	45
Abbildung 4.6: InTouch Funktion - Farbumschläge.....	46
Abbildung 4.7: InTouch Funktion - Skript.....	47
Abbildung 4.8: InTouch Funktion - Tooltip.....	48
Abbildung 4.9: Konfiguration der Sprachumschaltung.....	49
Abbildung 4.10: Dialogfeld Sprache.....	50
Abbildung 4.11: Aktivierung der Sprachumschaltung.....	50
Abbildung 4.12: Erstellung eines Archivierungs- Diagramm.....	52
Abbildung 4.13: Definieren der Trendstifte.....	53
Abbildung 7.1: Darstellung von unterschiedlichen Bedienstationen (Einzel/Parallel).....	58
Abbildung 7.2: Allgemeine Darstellung der Bedienstationen in dem Projekt.....	60
Abbildung 7.3: Ausfall der Bedienstation PC3201 oder PC3202.....	61
Abbildung 7.4: Ausfall der Bedienstation PC3203.....	62
Abbildung 7.5: Alarmdatenbank.....	63
Abbildung 7.6: Trenddatenbank.....	64
Abbildung 7.7: Kopfzeile - Anlagensvisualisierung.....	66

Abbildung 7.8: Fußzeile - Anlagenvisualisierung	66
Abbildung 7.9: Anmeldungs-/Abmeldungs- Verfahren - Anlagenvisualisierung	68
Abbildung 7.10: Farbdarstellungen (1) - Anlagenvisualisierung	69
Abbildung 7.11: Farbdarstellungen (2) - Anlagenvisualisierung	70
Abbildung 7.12: Farbdarstellungen (3) - Anlagenvisualisierung	70
Abbildung 7.13: Farbdarstellungen (4) - Anlagenvisualisierung	71
Abbildung 7.14: Einzelne Zustände - Anlagenvisualisierung	72
Abbildung 7.15: „Keypad“ - Anlagenvisualisierung	73
Abbildung 7.16: Sollwert Eingabe - Anlagenvisualisierung.....	74
Abbildung 7.17: Startbild - Anlagenvisualisierung	75
Abbildung 7.18: Systembild - Anlagenvisualisierung	76
Abbildung 7.19: Symbolbild - Anlagenvisualisierung	77
Abbildung 7.20: Elektrikbild - Anlagenvisualisierung	78
Abbildung 7.21: Not- Abschaltungsbild - Anlagenvisualisierung.....	79
Abbildung 7.22: Mühle - Anlagenvisualisierung.....	80
Abbildung 7.23: HGG - Anlagenvisualisierung	81
Abbildung 7.24: Silo - Anlagenvisualisierung.....	82
Abbildung 7.25: Betriebsarten Auswahl - Anlagenvisualisierung.....	83
Abbildung 7.26: Starten und Stoppen von einzelnen Gruppen - Anlagenvisualisierung	84
Abbildung 7.27: Regelkreise - Anlagenvisualisierung.....	85
Abbildung 7.28: Alarm Tabelle - Anlagenvisualisierung	86
Abbildung 7.29: Trends - Anlagenvisualisierung	87
Abbildung 7.30: Kommunikationsstörung - Anlagenvisualisierung	88
Abbildung 8.1: Übersicht der Planungs- und Ausführungsphasen in der Elektrotechnik [8]..	90
Abbildung 8.2: Kostenpyramide [8].....	91
Abbildung A.1: R+I Fließbild [8].....	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Marktübersicht verschiedener Hersteller von HMI- Systemen [4].....	16
Tabelle 3.2: Beispiele von Symbolen und Farben	18
Tabelle 3.3: Farben für Meldetexte.....	21
Tabelle 3.4: Farben für Zustandsanzeigen und Aggregaten	22
Tabelle 3.5: Farben zur Messwertdarstellung.....	23
Tabelle 3.6: Farben für Rohrleitungen	24
Tabelle 3.7: Bedeutung von Buchstaben an der Messstelle [11].....	32
Tabelle 3.8: Verschiedene Möglichkeiten der Objektdarstellung.....	37
Tabelle 8.1: Stundenübersicht von verschiedenen Planungs- und Ausführungsphasen.....	89
Tabelle A.1: Übersicht verschiedener Komponenten [8]	96
Tabelle A.2: Symbole im R+I Fließbild [8]	99
Tabelle A.3: HMI- System Farbcodierungen der Gipsmahlanlage [8]	103

1 Einleitung

Claudius Peters gilt weltweit als einer der führenden Spezialisten für Kohle- und Mineralienvermahlung. Über 700 EM- Kugelringmühlen sind in den unterschiedlichsten Industrien im Einsatz. Für die Mineralienindustrie hat Claudius Peters (CP) seit 1960 bereits mehr als 140 Mühlen geliefert, darunter auch Anlagen mit einer Kapazität von mehr als 90 t/h in einer einzigen Mühle. Die Konstruktion der Claudius Peters Mühle erlaubt den Betrieb bei hohen Temperaturen, wie sie für die Kalzinierung verschiedener Materialien, wie z.B. Gips benötigt werden. Dieses gewährleistet einen wirtschaftlichen Vorteil, so dass Vermahlung, Sichtung, Trocknung und/oder Kalzinierung in einer einzigen kompakten Einheit erfolgen können. In der Gipsindustrie ist die EM- Mühle die bevorzugte Mahl- und Kalziniertechnologie für Fertigprodukte, wie Gipskartonplatten. Das Mahlkalziniersystem allein oder in Kombination mit einem Claudius Peters Trägergaskalzinators, Kocher oder Kühler ermöglicht die optimale Auslegung für die geforderte Produktqualität und Anlagenleistung.

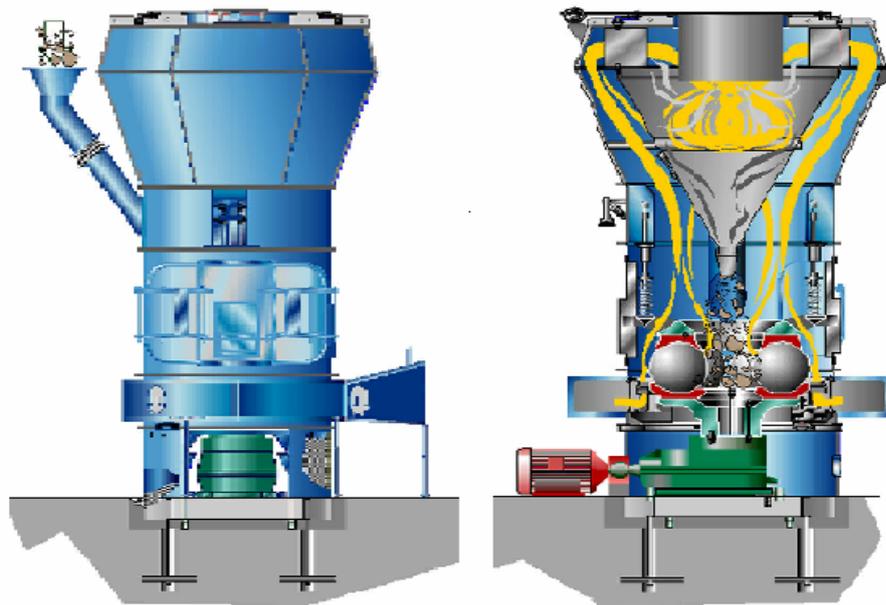


Abbildung 1.1: Claudius Peters Mühle

Der Bereich der Maschinen- und Anlagenplanung ist stark durch Standardisierung geprägt. Dieses soll auch im Bereich der Automatisierungstechnik – speziell für die Anlagenbedienung – einer Gipsmahanlage umgesetzt werden. Konkret soll die Bedienung (HMI/Visualisierung) eines redundanten Bediensystems an einer Anlage in Italien geplant werden. Bei der Ausarbeitung der Diplomarbeit werden folgende Punkte betrachtet:

- Auswahl eines SPS herstellerunabhängigen HMI- Systems
- Übersichtliche Oberflächengestaltung
- Weltweit verständliche Symbole
- Experten- oder verfahrenstechnische Darstellungen von Stoff- und Prozessgrößen (Regler- und Trendanalysen)
- Zielgerichtete Fehlersuche bei Störungen
- Anlagensimulation vor der Inbetriebnahme
- Bewertung der Aufwände in den unterschiedlichen Planungs- und Ausführungsphasen (Programmierung, Test/Simulation, Inbetriebnahme, usw.)

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, eine Umsetzung einer Bedienoberfläche nach den oben genannten Kriterien zu realisieren.

Die Ausarbeitung ist wie folgt gegliedert:

- Das allgemeine Technologieprinzip der Gipsmahanlage ist im Kapitel 2 beschrieben.
- Die Auswahl eines geeigneten HMI- Systems, die Oberflächengestaltung, sowie die Darstellungsformen von Stoff- und Prozessgrößen sind im Kapitel 3 beschrieben.
- Die Visualisierungssoftware und deren wichtigste Funktionen sind im Kapitel 4 beschrieben.
- Die allgemeine Fehlersuche von Störungen mit der Anlagensimulation ist im Kapitel 5 beschrieben.
- Die allgemeine Anlagensimulation und deren Vorteil vor der Inbetriebnahme sind im Kapitel 6 beschrieben.
- Die Anlagensimulation der Gipsmahanlage und deren Umsetzung sind im Kapitel 7 beschrieben.
- Die Aufwände von verschiedenen Planungs- und Ausführungsphasen sind im Kapitel 8 beschrieben.
- Eine allgemeine Zusammenfassung erfolgt im Kapitel 9.

2 Gipsmahanlage

In diesem Kapitel wird das Technologieprinzip einer Gipsmahanlage im Allgemeinen erklärt. Die Gipsmahanlage ist in folgende Gruppen aufgeteilt:

- Mühlengetriebe (*engl. gear box*)
- Mühle (*engl. mill*)
- Material- Aufgabe (*engl. mill feeding*)
- Schlauchfilter (*engl. filter*)
- Hauptventilator (*engl. main fan*)
- Heißgaserzeuger (*engl. hot gas generator*)
- Drehrohrkühler (*engl. rotary drum cooler*)

Die Komponenten Mühle, Mühlengetriebe, Drehrohrkühler, Heißgaserzeuger (HGG), Schlauchfilter und Hauptventilator sind im Anhang A.1 dargestellt. Dort ist ein Originalbild, das Symbol aus dem Rohr- und Instrumentierungsfließbild (R+I Fließbild) und eine kurze Beschreibung der Komponenten zu sehen [8].

Der ¹Rohgips (Kalkstein) wird über ein Förderband in ein Silo befördert. Das Silo ist der Vorratsbehälter für die nachfolgenden Produktionsschritte und hat eine Kapazität von mehreren Produktionstagen (Abbildung 2.1/Punkt 1). Über eine Zuteilung wird der Rohgips weiter zur Mühle transportiert (Abbildung 2.1/Punkt 2). Die Mühle zermahlt, trocknet und kalzinert den Gips in einem Schritt. Die Kalzinierung erfolgt, indem man heißes Gas von dem Heißgaserzeuger (HGG) mit einer Temperatur von ca. 620 °C der Mühle zuführt (Abbildung 2.1/Punkt 3). Durch die Zufuhr von Hitze wird das „Kristallwasser“ dem Gips entzogen. Dieser Mahlprozess ist gleichzeitig ein pneumatischer Transport. Die Trennung des Produktes von dem Gasstrom erfolgt im Schlauchfilter (Abbildung 2.1/Punkt 4). Über diesen Filter gelangt das Reingas mit Hilfe des Hauptventilators (Abbildung 2.1/Punkt 5) in den Prozess zurück und der entstehende Wasserdampf wird über einen Schornstein geleitet (Abbildung 2.1/Punkt 6). Die Kalzinierung wird abgeschlossen, indem der Gips mit Hilfe des Drehrohrkühlers (Abbildung 2.1/Punkt 7) gekühlt wird. Anschließend wird der Gips in ein Silo befördert (Abbildung 2.1/Punkt 8).

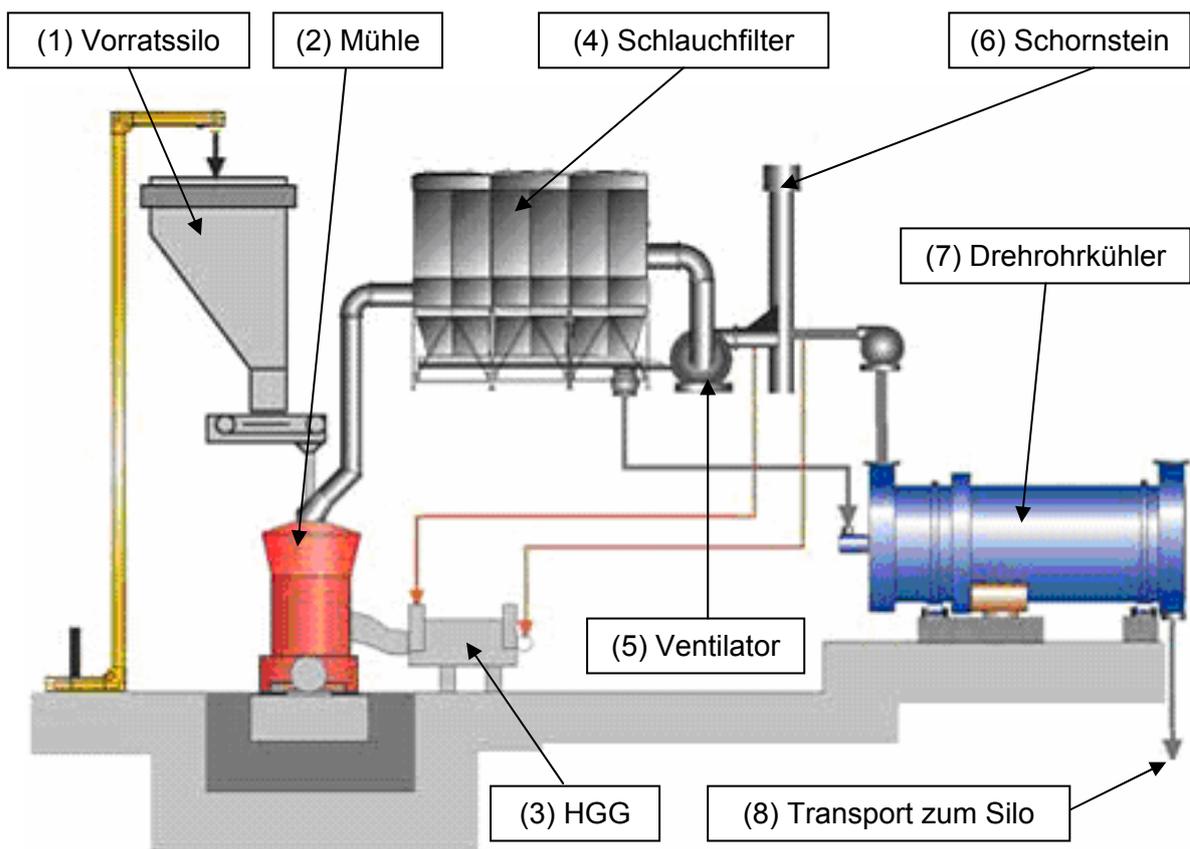


Abbildung 2.1: Technologieprinzip einer Gipsmahanlage [8]

¹ Rohgips ist das Produkt der Reaktion von Calcium (Kalk) mit Sulfat- Ionen. Dieser Prozess kann in der Natur vorkommen (Kalkstein) und wird meistens in Gebirgen abgebaut [8].

3 HMI- System

HMI- Systeme (*engl. human machine interface*) sind Visualisierungssysteme. Diese HMI- Systeme werden häufig in der Prozessleittechnik mit sogenannten SCADA- Systemen (*engl. supervisory control and data acquisition*) in Verbindung gebracht. Sie dienen der Kommunikation zwischen dem Menschen und der Maschine, sowie dem Bedienen und dem Beobachten von Anlagenzuständen.

Die Auswahl eines herstellerunabhängigen HMI- Systems hängt von den Kriterien Preis, Programmierbarkeit, Hersteller Support, Verbreitung, Zuverlässigkeit und Lebensdauer ab. Neben diesen Punkten sind die Handhabbarkeit und die Bedienfreundlichkeit weitere Schlüsselkriterien. Ein HMI- System sollte intuitiv bedient werden können. Typisch für solche Systeme sind ein Alarmmanagement, die Archivierung von Daten, sowie integrierte Grafikeditoren.

3.1 Auswahl eines herstellerunabhängigen HMI- Systems

HMI- Systeme sind oft mit Automatisierungssystemen bestimmter Hersteller eng verzahnt. Integrierte Softwarewerkzeuge für SPS- und HMI- Entwicklung sollen das Arbeiten erleichtern. Beim Vergleich verschiedener HMI- Systeme trifft man häufig auf die gleichen Werbesprüche, wie z.B. von Siemens („Totally Integrated Automation“), Rockwell Automation („Integrated Architecture“) oder Wonderware („Integrated“). Im Prinzip bieten alle HMI- Anbieter ähnliche Funktionalitäten mit den oben genannten Kriterien an, die sich jedoch in Performance, verwendete Hardwareplattform oder durch Offenheit unterscheiden. Neben dem effektiven „Engineering“ brauchen die Betreiber, bzw. Hersteller einer Anlage auch einen hohen Wiedererkennungswert einer Anlage, bzw. Maschine. Eine schnell erlernbare Bedienbarkeit verbunden mit der Flexibilität der Auswahl eines Automatisierungssystems (unterschiedliche Kunden = unterschiedliche Anforderungen eines Automatisierungssystems) unterstützt die Akzeptanz eines Produkts beim Kunden. Damit kommt der Wunsch einer herstellerneutralen Bedienung auf. Ein Vorteil hierbei ist, dass man verschiedene Anlagen mit dem gleichen Bediensystem ausstatten kann. Dieses spart in verschiedenen Planungsschritten hin bis zur Inbetriebnahme Zeit. Speziell der Inbetriebnehmer muss sich nicht lange mit einem neuen System einarbeiten. Vergleichbar ist dieser Vorteil mit einem Flugzeugcockpit, dort weiß der Pilot auch wo welches Gerät sitzt, da die Cockpits gleich aufgebaut sind. Auch die Erstellung und Verwaltung von Dokumentationen wird erleichtert, da man nur einmalig das Bediensystem beschreibt und für verschiedene Aufträge

verwenden kann. Neben diesen Argumenten ist ein weiterer Punkt die grafische Bedienung eines Produktes. Die Darstellung der Bedienoberfläche ist wie eine Visitenkarte eines Unternehmens. Es wertet das Produkt optisch auf und vereinfacht dessen Bedienung. Durch die Bedienoberfläche ist es möglich die Unternehmensphilosophie und die Firmenpersönlichkeit einer Firma wiederzuspiegeln (dieses Unternehmensleitbild wird auch als „Corporate Identity“ bezeichnet). Durch entsprechende Bilder kann der Anlagenbediener die „Technik“ besser verstehen und traut sich in einer gewohnten Umgebung mehr zu. Vergleichbar ist dieser Vorgang mit folgendem Beispiel: Wenn ein Bediener jahrelang das Betriebssystem Windows verwendet und dann zu einem Linux Betriebssystem wechselt, dann ist das neue Betriebssystem anfangs schwerer zu verstehen und der Bediener traut sich anfänglich weniger zu.

In der nachfolgenden Tabelle (siehe Tabelle 3.1) werden drei führende HMI- Hersteller (Siemens, Rockwell Automation und Wonderware) miteinander verglichen, um so ein HMI- System zu finden, was den gewünschten Kriterien entspricht:

Hersteller / Adresse			
Anbieter	Rockwell Automation	Siemens	Wonderware
Produktbeschreibung			
Produktname / Version	FactoryTalk View	SIMATIC WinCC V6.0	InTouch 9.5
Einbindbare Geräte	Operator Panels, LC-Displays, Industrie PCs	Operator Panels, LC-Displays, PDAs, Web Panels, Industrie PCs,	alle gängigen SPS- und Automatisierungssysteme, Operator Panels, Industrie PCs
Betriebssysteme für die Runtime Version	Windows CE.NET, Windows XP	Linux, > Windows 98, 2k...	Windows XP, Windows Vista, Windows CE
Projektierung			
Bibliotheken für welche Anwendung	Anlagenbau, Automobilindustrie, Maschinenbau, Sondermaschinenbau, Fördertechnik, Verpackungstechnik, Gebäudeautomation	Anlagenbau, Automobilindustrie, Gebäudeautomation, Maschinenbau, Sondermaschinenbau, Fördertechnik, Verpackungstechnik	Anlagenbau, Automobilindustrie, Gebäudeautomation, Maschinenbau, Sondermaschinenbau, Fördertechnik, Verpackungstechnik
Entwicklungstools, Editoren	FactoryTalk View Studio	Bild-Editor, Symbol-Editor, Protokoll-Editor, Kopplung- Editor, Melde-Editor, Grafik, Animation, Wizards, Datentransfer, Alarmsystem, E/A-Server	Bild-Editor, Symbol-Editor, Script-Editor, Protokoll-Editor, Grafik, Animation, Skripte, Wizards, Datentransfer, E/A-Server
Verwendete Grafikformate	BMP, DXF, JPG, WMF	BMP, TIF, JPG, WMF, Scalable Vector Graphics, JT	BMP, TIF, JPG, Scalable Vector Graphics
Max. Anzahl Prozessbilder	Applikationsabhängig	keine Limitierung	beliebig
Max. Anzahl Variablen	Applikationsabhängig	Keine Limitierung	> 1 Mio.
Ereignisgesteuerte Prozess-Bildauswahl	Ja	Ja	Ja

Hersteller / Adresse			
Anbieter	Rockwell Automation	Siemens	Wonderware
Systemeigenschaften			
Redundante bzw. fehlertolerante Systemauslegung möglich	System ist voll Redundant ausführbar	Redundante Kommunikation, modularer Aufbau, vollwertige Web Funktionalität	Redundante Kommunikation, skalierbare Anwendungsredundanz, Datenverfügbarkeitsmechanismen
Maximal verarbeitbare Datenpunkte	Kein Limit (abhängig von PC Ressourcen)	256K/Datenpunkt bis zu 32 Meldungen	1 Mio. externe Datenpunkte in einer Anwendung
Maximal unterstützte Anzahl von Anzeige- und Bedieneinheiten im System	Kein Limit (abhängig von PC Ressourcen)	32 WinCC Clients/ 50 WinCC Web Clients pro Server	getestet bis zu 400 Clients
Standardaufgaben			
Messwernerfassung	Ja	Ja	Ja
Ablaufsteuerung	Nein	Nein	Ja
Grafische Darstellung von Anlage und Prozess	Ja	Ja	Ja
Bedieneingaben	Ja	Ja	Ja
Alarmierung	Ja	Ja	Ja
Protokollierung	Ja	Ja	Ja
Engineering			
Objektorientiertes Konzept für technologische Symbole	Ja	Ja	Ja
Datenbankzugriff	ODBC, SQL, DDE, ACCESS	WinCC OLE DB, ODBC, DDE, SQL, Access	alle gängigen
Gestufte Zugriffsberechtigungen	Ja	Ja	Ja
Besonderheiten bei der Projektierung	einfachste Zusammenführung komplexer verteilter Projekte	Leichte Erstellung eigener Standards und Bibliotheken. Generierbare Maintenance Übersichten	Zentrale Projektierung einer gemeinsamen Anwendung und Verteilung auf multiple PCs
Automatisiertes Projektieren	Ja	Ja	Nein
Variablen Import von Automatisierungsgeräten verschiedener Hersteller	über HTML möglich, bzw. Anschluss über OPC	S7 automatisch. Für andere über Standard-Export-/Import-Mechanismen	ja
Kommunikation			
Umschalten in welche Sprachen	Alle vorausgesetzt der Zeichensatz ist installiert (20 online, 40 Offline)	alle, mit Wizard incl. Chinesisch...	beliebig
Online-Umschaltung	Ja	Ja	Ja
Störungs- / Meldungsverarbeitung	Ja	Ja	Ja
Industrial Ethernet	Ja	Ja	Ja
DeviceNet	Ja	Nein	Ja
Profibus- DP	Ja	Ja	Ja
CAN	Ja	Nein	Ja
Interbus	Ja	Nein	Ja
Prozessanbindung			
SPS- bzw. Steuerungs-Ankopplung	OPC, Ethernet	diverse Treiber, keine Limitierung	über 700 E/A-Server zu praktisch allen SPS- und Steuerungssystemen verfügbar
Optionale Soft- SPS	Softlogix (Nur Windows XP)	-	InControl

Tabelle 3.1: Marktübersicht verschiedener Hersteller von HMI- Systemen [4]

Bei einem Vergleich zwischen den Herstellern Rockwell Automation, Siemens und Wonderware (siehe Tabelle 3.1) ist zu erkennen, dass das Produkt der Firma Wonderware für die Umsetzung eines einheitlichen Bediensystems am besten geeignet ist. Es ist hier möglich, alle gängigen SPS- und Automatisierungssysteme einzubinden, mit dem bewusst in Kauf genommenen Nachteil, dass ein automatisiertes Projektieren (mit integrierten Tools für SPS/ HMI) nicht möglich ist.

Da CP ein einheitliches HMI- System verwenden möchte, ist die Wahl auf ein InTouch- System gefallen, da InTouch am ehesten die genannten Anforderungen erfüllt.

3.2 Oberflächengestaltung für das Bedienpersonal

Um sich national und international im Bereich der Technik verständigen zu können, bedarf es genormter Darstellungen und Darstellungsmethoden. Bekannt sind solche Darstellungen im täglichen Leben, z.B.

- in der Musik die Noten, Notengestaltung (Tongestaltung).
- in der Sprache durch Alphabete.
- in der Mathematik durch Zahlensysteme.
- im Straßenverkehr die Gebots- und Hinweisschilder.

In der Technik begann die Vereinheitlichung zunächst mit sehr gegenständlichen Darstellungen, die sich aber bald aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, sowie der Vielfalt und Komplexität der Betriebsmittel und Systeme zu sehr abstrakten Symbolen wandelten. Solche heute üblichen Darstellungen bieten außerordentlich viele Möglichkeiten Betriebsmittel, Anlagenteile, Anlagen, Funktionen und Systeme in symbolischer Form darzustellen [7].

Die Oberflächengestaltung kann aus verschiedenen Darstellungsformen, wie eine Farbe mit einem Symbol, eine Farbe, ein Symbol oder einem Text bestehen (siehe Tabelle 3.2).

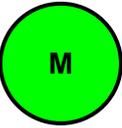
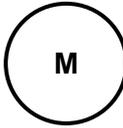
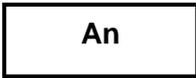
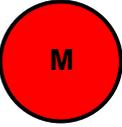
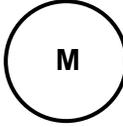
Farbe und Symbol	Farbe	Symbol	Text
			
			

Tabelle 3.2: Beispiele von Symbolen und Farben

Gemeinsame Benutzung von Farben, Symbolen und Text haben eine bessere Aussagekraft und Wirkung in einem Visualisierungsbild, als wenn man nur Farben, Symbole oder Texte einzeln benutzt. Vergleichbar ist dieses mit einer Ampel, da die Aussagekraft und Wirkung einer Ampel mit Farben (grün, gelb und rot) größer ist, anstatt nur mit einem Text. Durch Symbole und Farben kann der Benutzer sofort erkennen, welche Geräte, wie z.B. Antriebe oder Ventile sich in welchen Zustand befinden. Des Weiteren sollte die Oberflächengestaltung übersichtlich, eindeutig, realistisch, einfach und dem Anlagenaufbau entsprechend dargestellt werden.

Ein weiterer Aspekt bei der Oberflächengestaltung ist die Form und die Größe von Symbolen und wie viele Symbole pro Bild verwendet werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Größe eines Symbols zum Anlagenprozess passt. In Bezug auf die Oberflächengestaltung ist es angebracht, Bilder nur mit einer bestimmten Anzahl von Symbolen zu versehen. Diese Anzahl der Symbole kann je nach Größe der Objekte schwanken. Des Weiteren kann man Unterbilder verwenden. Unterbilder können, z.B. die Aufteilung eines Gesamtbildes in kleinere Bilder sein. Dieses verschafft eine bessere Übersicht der Anlage und des Prozesses, so dass man alles „Wichtige auf einen Blick“ hat.

3.2.1 Bildschirmaufteilung

Auch die Bildschirmaufteilung in einer Visualisierung ist zu beachten. Die Bildschirmaufteilung sollte möglichst übersichtlich gestaltet werden, um die Bedienung zu vereinfachen (siehe Abbildung 3.1) und sie sollte nicht mit Symbolen überfrachtet werden, da es sonst zur Beeinträchtigungen der Bedienung kommt.

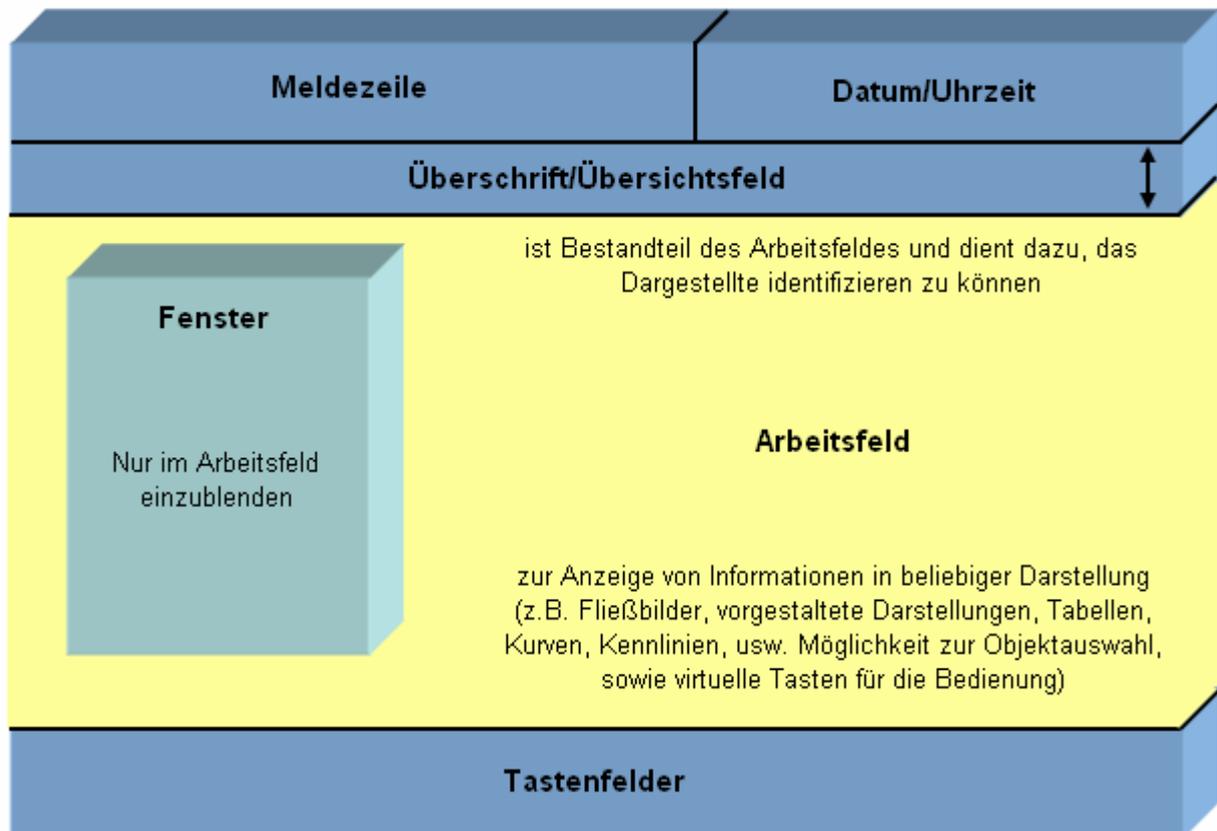


Abbildung 3.1: Bildschirmaufteilung [11]

In dieser Abbildung kann man erkennen, dass Datum, Uhrzeit und Meldezeile im obersten Teil dargestellt sind. Tasten, z.B. für die Bildauswahl befinden sich im untersten Teil und in der Mitte der Abbildung 3.1 befindet sich das Arbeitsfeld. Diese Aufteilung verschafft eine übersichtliche und verständliche Bedienung unter ergonomischen Gesichtspunkten, da im Mittelpunkt (des Bedienergesichtsfelds) sich alles Wichtige befindet und „Randinformationen“ sich wirklich am Rand befinden.

3.2.2 Verständliche Symbole

In der Anlagentechnik werden Informationen über Symbole (*engl. icons*) vermittelt. Im Kontext der Mensch- Maschine- Interaktion beschreiben solche Zeichen überwiegend Funktionen einer Anlage. Die Symbole kann man aus einem R+I Fließbild (siehe Anhang A.2) entnehmen. Aus ergonomischer Sicht ist es notwendig sich auf die wichtigsten Komponenten (Motore, Ventile, Ventilatoren, usw.) zu beschränken. Die Darstellung der Symbole sollte möglichst einfach und eindeutig sein.

Bei den Bediensystemen im Maschinen- und Anlagenbau wird davon ausgegangen, dass die in der ²DIN 30600 aufgeführten Symbole eine angemessene Grundlage für eine internationale Verständlichkeit darstellen. Allerdings ist dabei zu beachten, dass DIN-Normen nicht immer weltweit gelten. Deswegen fällt analog zu den Farben die tatsächliche Verständlichkeit dieser Symbole in den verschiedenen Kulturen sehr unterschiedlich aus. Um eine internationale Erkennbarkeit der eingesetzten Symbole zu erreichen, sollte beim Aufbau einer HMI- Lösung auf abstrakte Bilder verzichtet werden. Besonders in der asiatischen Region sind klare, eindeutige Symbole notwendig.

Generell gilt: Eine Kombination von Symbolen und Beschriftung ist immer von Vorteil, aber eine zusätzliche Beschriftung ersetzt keine schlecht gestalteten Symbole [1, 11].

² DIN 30600: Norm für Grafische Symbole an Einrichtungen

3.2.3 Farbcodierungen

Neben Symbolen werden Informationen auch durch Farben codiert. Eine wichtige Grundlage für die alleinige Informationsdarstellung mittels Farbgebung sind verschiedene Normen. Die Norm legt die farbliche Codierung für Funktionalitäten fest. In Bezug auf die Farbgebung können die Farben auf Intensität und Kontrast optimiert werden. Die wichtigsten Farbcodierungen sind hier aufgeführt [9, 10]:

- **Hintergrundfarbe**

Als Hintergrundfarbe für sämtliche Bilder sollte die Farbe „Hellgrau“ eingesetzt werden.

- **Farben für Meldetexte**

Jedem Zustand eines Alarms sind bestimmte Farben zugeordnet. Die Zustände und die dazugehörigen Farben sind in der untenstehenden Tabelle 3.3 dargestellt.

Alarmtext mit Farbe	Zustand	Erläuterung
Fehler	gekommen	Ein Alarm ist gekommen und wurde nicht quittiert.
Fehler	gekommen und quittiert	Ein Alarm ist gekommen und wurde schon quittiert.
Fehler	gekommen und quittiert und gegangen	Ein Alarm ist gekommen, wurde quittiert und ist wieder gegangen. Dieser Zustand taucht nur in der Liste der historischen Alarme auf.
Fehler	gekommen und gegangen	Ein Alarm ist gekommen und ohne quittiert zu werden wieder gegangen. Nach der Quittierung verschwindet der Alarm aus der Liste der aktuellen Alarme.

Tabelle 3.3: Farben für Meldetexte

- **Farben für Zustandsanzeigen und Aggregaten**

Die möglichen Betriebszustände von Ventilen, Pumpen, Rührwerken und sonstigen Objekten werden durch unterschiedliche Farben gemäß Tabelle 3.4 dargestellt.

Symbol mit Farbe	Zustand	Erläuterung
	unquitierte Störung (blinkend)	Das entsprechende Gerät ist gestört. Sobald der Bediener die Störung quittiert hat, hört das Blinken auf.
	Störung	Das entsprechende Gerät ist gestört und quittiert.
	Warnung	Das entsprechende Gerät hat einen undefinierten Zustand. Ein Ventil steht beispielsweise zwischen AUF und ZU.
	AUS / ZU	Das entsprechende Gerät ist AUS oder ZU.
	EIN / AUF	Das entsprechende Gerät ist EIN oder AUF.
	ohne Dynamik	Sämtliche Symbole oder Objekte, welche mit dieser Farbe dargestellt werden, verfügen nicht über Rückmeldungen.

Tabelle 3.4: Farben für Zustandsanzeigen und Aggregaten

- **Farben zur Messwertdarstellung**

Beim Anzeigen von Messwerten werden Farben benutzt, um unterschiedliche Zustände unterscheiden zu können. Die unterschiedlichen Gruppen, sowie deren zugehörige Farben sind in der Tabelle 3.5 beschrieben.

Symbol mit Farbe	Zustand	Erläuterung
	unquitierte Störung (blinkend)	Die entsprechende Messung hat einen Grenzwert über- oder unterschritten (z.B. Temperatur > MAX2). Die Alarmhupe ertönt. Sobald der Bediener die Störung quittiert hat, hört das Blinken auf.
	Störung	Die entsprechende Messung hat einen Grenzwert über- oder unterschritten (z.B. Temperatur > MAX2).
	unquitierte Warnung (blinkend)	Die entsprechende Messung hat einen Grenzwert über- oder unterschritten (z.B. Temperatur > MAX1). Die Alarmhupe ertönt. Sobald der Bediener die Störung quittiert hat, hört das Blinken auf.
	Warnung	Die entsprechende Messung hat einen Grenzwert über- oder unterschritten (z.B. Temperatur > MAX1).
	keine Störung	Dies ist die Hintergrundfarbe für ungestörte Messwertanzeigen.
	Sollwertvorgaben	Sollwertvorgaben werden mit dieser Farbe unterlegt.

Tabelle 3.5: Farben zur Messwertdarstellung

- **Farben für Rohrleitungen**

Um den Inhalt von Rohrleitungen und damit deren Verwendung kenntlich zu machen, werden die unten beschriebenen Farben in der Tabelle 3.6 verwendet.

Symbol mit Farbe	Zustand	Erläuterung
	Wasserdampf	Wasserdampfleitungen.
	Gase	Gasleitungen wie Stickstoff, Erdgas, Argon.
	Sauerstoff	Sauerstoffleitungen.
	Vakuum / Luft	Vakuumleitungen mit brennbaren und nicht brennbaren Gasen.
	Wasser	Trinkwasser, Kühlwasser.
	Brennbare Flüssigkeiten	Toluol / Hexan und ähnliche Lösemittleitungen.
	Produktleitungen	Sämtliche Produktleitungen ob Fertig- oder Zwischenprodukt.
	sonstige	Alle hier nicht genannten Leitungen.

Tabelle 3.6: Farben für Rohrleitungen

3.2.4 Allgemeine Kulturunterschiede

In Bezug auf eine Anlagenvisualisierung gibt es diverse Kulturunterschiede. In der Abbildung 3.2 sind satirisch Kulturunterschiede zwischen Asien und Europa dargestellt. Kulturunterschiede können hierbei, z.B. das Essen mit unterschiedlichen Gegenständen (Asiatischer Raum: Stäbchen/ Europäischer Raum: Messer und Gabel) oder die Größe der Menschen (Asiatischer Raum: Kleinere Menschen/ Europäischer Raum: Größere Menschen) sein.

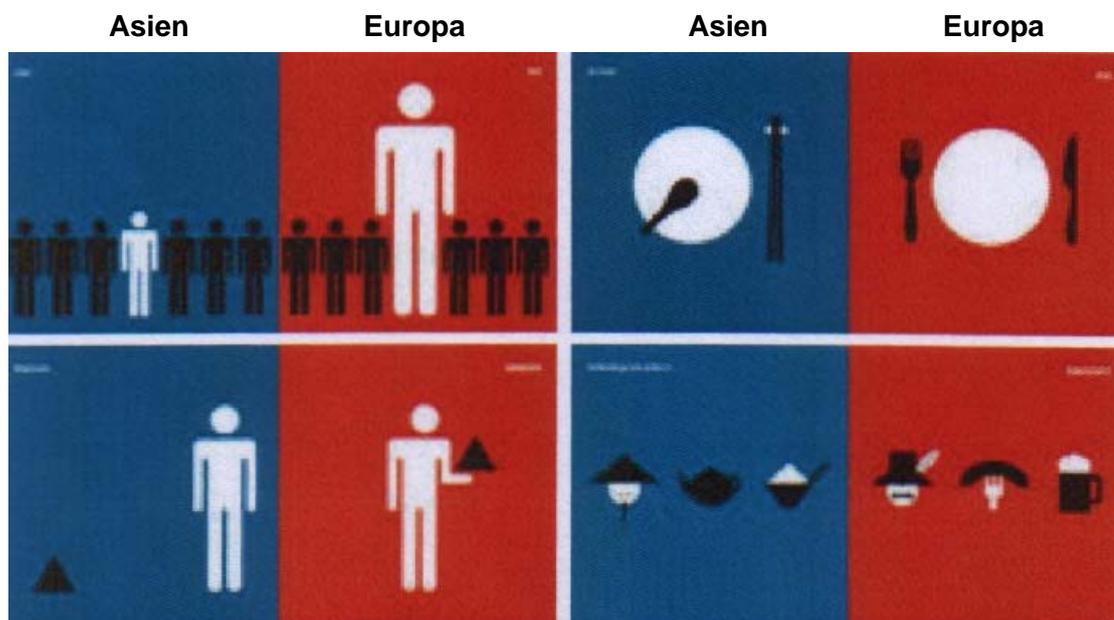


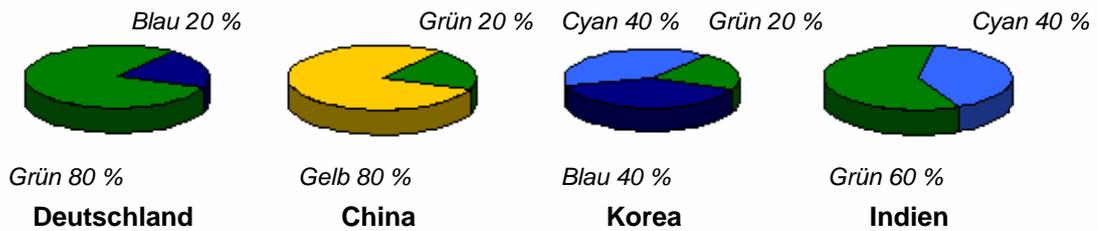
Abbildung 3.2: Allgemeine Kulturunterschiede [6]

Bezogen auf eine Anlagenvisualisierung sind solche Unterschiede Farben, Symbole und die Sprache. Diese Kulturunterschiede spielen eine wichtige Rolle bei einer Planung eines Bedien- und Beobachtungssystems.

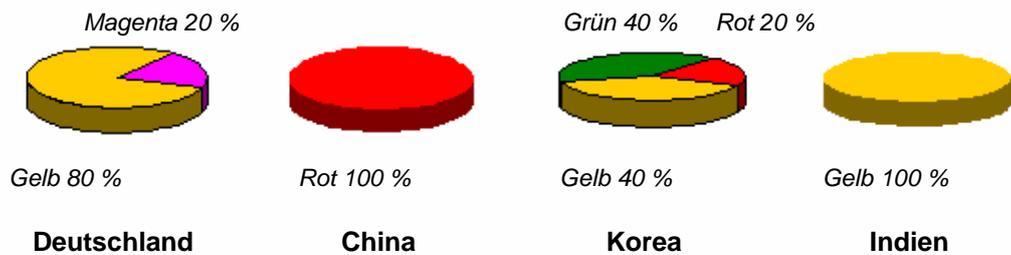
- **Farben**

Farbzuordnungen wirken in vielen Kulturkreisen unterschiedlich. Eine Untersuchung der Farbwirkung auf Bediener unterschiedlicher Herkunft hat folgendes Ergebnis: Gleiche Farben haben unterschiedliche Wirkungen auf dem Menschen (siehe Abbildung 3.3) [1].

- **Betriebszustand: Normaler Zustand**



- **Betriebszustand: Warnung**



- **Betriebszustand: Allgemeine Information**

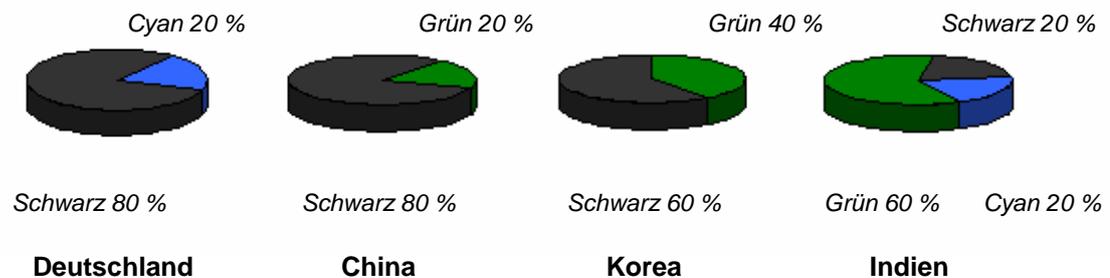


Abbildung 3.3: Signalwirkungen von Farben unterschiedlicher Kulturkreise [1]

Obwohl genormt, bedeuten diese Farbinterpretationen, dass Entwickler von Bedienoberflächen den internationalen Standard ³DIN EN 60073 (IEC73) nicht als bekannt voraussetzen müssen. Hierbei muss das menschliche Empfinden berücksichtigt werden. Konkret kann man eine Standardisierung aber nur für einen Kulturkreis durchführen.

³ DIN EN 60073 (IEC73): Norm für die farbliche Codierung von Anzeigeräten und Bedienteilen

In dieser Diplomarbeit ist der westliche Kulturkreis mit der eben genannten Norm berücksichtigt.

- **Symbole**

Anlagenbediener aus unterschiedlichen Kulturkreisen können unterschiedliche Auffassungen von Symbolen haben. Beispielsweise sehen Handlungsanweisungen oder Warnhinweise aus Europa oder Asien unterschiedlich aus (siehe Abbildung 3.4). In Bezug auf die unterschiedlichen Kulturkreise gibt es Unterschiede in der Informationscodierung, sowie im Technikumgang. Diese Aspekte gilt es vor allem bei der Gestaltung von Bedienoberflächen zu beachten. Bei der Umsetzung in einer Visualisierung sollte man deshalb einen Kompromiss finden [1].

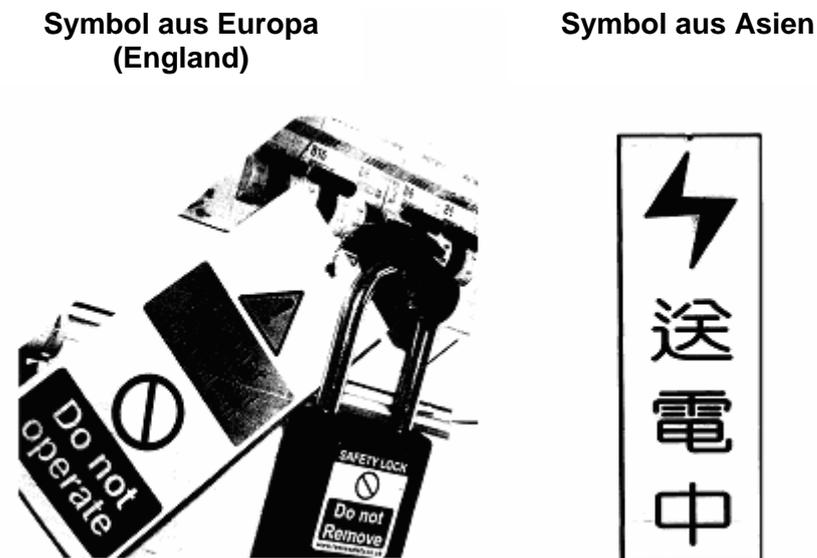


Abbildung 3.4: Unterschiedliche Symbole mit gleichen Bedeutungen

- **Sprache**

Ein weiterer, offensichtlicher Kulturunterschied ist die Sprache. Dies wird häufig von Entwicklern unterschätzt, da die meisten Entwickler einer Bedienoberfläche davon ausgehen, dass englische Ausdrücke verstanden werden. Außerdem ist die Übersetzung in eine andere Sprache ein Problem, da hierbei oft Fehler entstehen, da z.B. englische Begriffe unterschiedliche Bedeutungen haben und deshalb falsch verstanden werden. Des Weiteren variiert die Textlänge bei der Umsetzung in eine andere Sprache, so dass Entwickler einer Visualisierung genügend Platz für Textfelder einplanen müssen. Bezüglich dieser Tatsachen kann es zu Verständnisproblemen bei der Bedienung einer Anlage kommen. Dies hat zur Folge, dass unnötige Stillstandszeiten entstehen. Der Mensch ist zwar lernfähig in Bezug auf die Abläufe in der Bedienung. Dies ist zwar bei einfachen Anlagen möglich, aber bei komplexeren Anlagen erhöht sich die Fehlerrate. Bei kritischen Bediensituationen kann es dadurch zu folgenschweren Schäden, wie z.B. Personen- oder wirtschaftlichen Schäden kommen (siehe Abbildung 3.5). Neben den Aspekten Symbolerkennbarkeit, Farbcodierung und Sprache gibt es noch einen weiteren Punkt zum Umgang mit Problemen und deren Lösungen, sowie die Gewohnheit der Kommunikation und Interaktion. Denn letztlich „kommunizieren“ Anlagenbediener über die Bedienoberfläche mit der Maschine und Handlungsanweisungen dürfen nicht interpretierbar sein [1].



Abbildung 3.5: Fehlbedienung

3.3 Darstellung von Stoff- und Prozessgrößen und Objekten

Stoff- und Prozessgrößen sind physikalische Größen, wie Drücke, Geschwindigkeiten, elektrische Ströme oder Temperaturen. Die Darstellungen von Stoff- und Prozessgrößen in einem Visualisierungsbild sollten dem Prozessverlauf eines R+I Fließbildes entsprechen. In diesem Kapitel werden die unterschiedliche Fließbilder, die entsprechenden Messstellen, sowie die Darstellung von Reglern, Trends, Betriebsarten und Objekten in einer Visualisierung erklärt [11].

3.3.1 Fließbilder

Fließbilder verfahrenstechnischer Anlagen dienen der Verständigung von Entwicklern, Planern, Monteuren und Betreibern und sind nach ⁴DIN 28004 genormt. Die Darstellung von Experten- oder verfahrenstechnischen Darstellungen von Stoff- und Prozessgrößen einer Bedienoberfläche erfolgt meistens aus einem R+I Fließbild (siehe Anhang A.2) heraus. Es gibt drei Arten von Fließbildern: das Grundfließbild, das Verfahrensließbild und das R+I Fließbild [2, 5, 10, 11].

⁴ DIN 28004: Norm für Verfahrenstechnische Fließbilder

- **Grundfließbild**

Das Grundfließbild ist die Darstellung von verfahrenstechnischen Anlagen in einfachster Form und wird auch Blockschema genannt. Die Darstellung erfolgt meistens in einer Blockdarstellung, das heißt, dass Verfahrensabschnitte meistens durch Blöcke dargestellt und durch Linien oder Pfeile verbunden sind (siehe Abbildung 3.6).

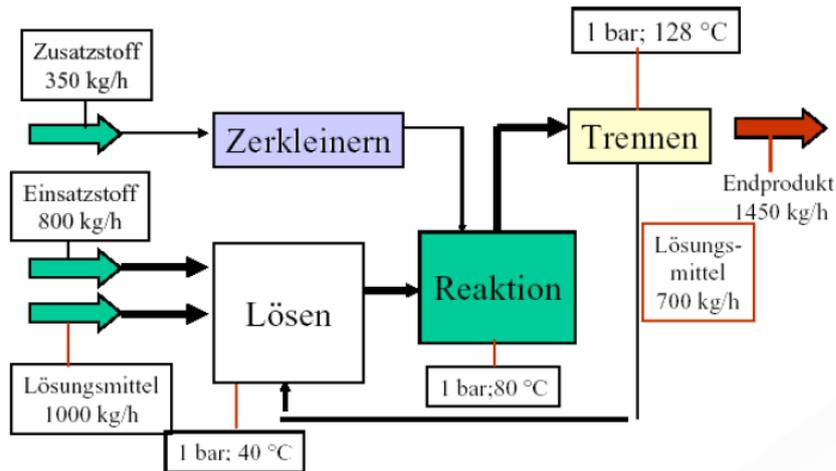


Abbildung 3.6: Beispiel Grundfließbild [11]

- **Verfahrensfließbild**

Das Verfahrensfließbild ist die Darstellung eines Verfahrens mit Hilfe von grafischen Symbolen, die durch Linien verbunden sind. Die grafischen Symbole bedeuten Anlagenteile (Maschinen) und die Linien sind für Materialien, Energien oder Stoffe. Das Verfahrensfließbild ist die wichtigste Planungsunterlage für den Anlagenbau (siehe Abbildung 3.7).

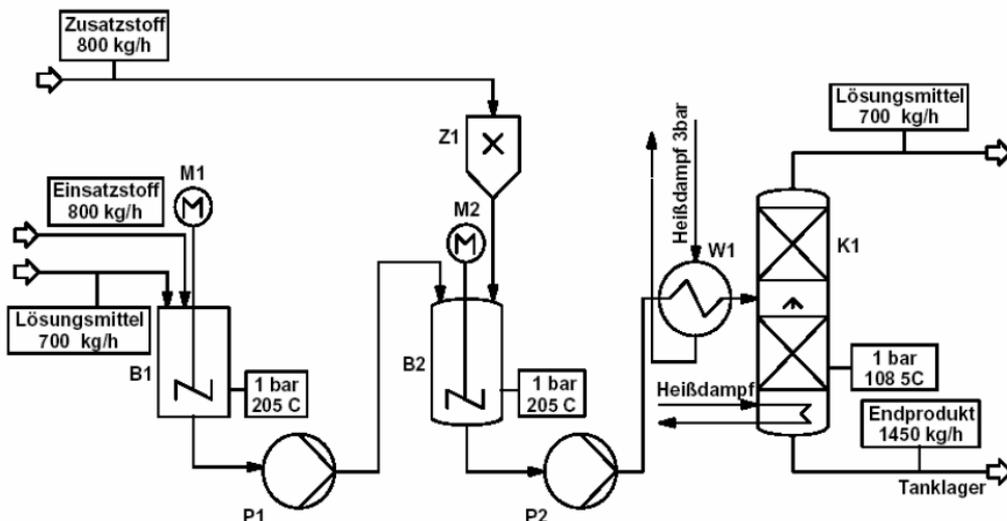


Abbildung 3.7: Beispiel Verfahrensfließbild [11]

• **Rohr- und Instrumentierungsfließbild**

Im Rohr- und Instrumentierungsfließbild ist die Darstellung des Prozesses noch detaillierter. Das R+I Fließbild zeigt die Verknüpfungen der Leitungen, die Flussrichtungen und sämtliche Einbauten einer Rohrleitung. Außerdem sind in einem R+I Fließbild die Messstellen von den Stoff- und Prozessgrößen eingezeichnet, sowie sämtliche Wirklinien von Steuer- und Regelungsorganen (siehe Abbildung 3.8 oder Anhang A.2).

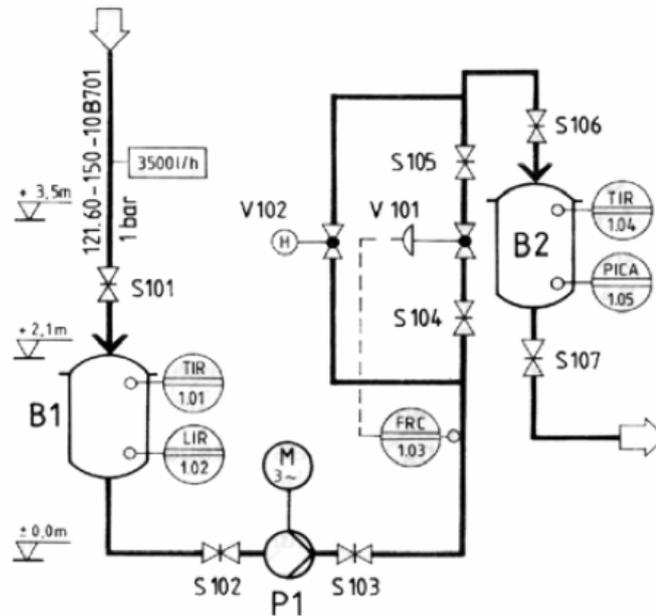


Abbildung 3.8: Beispiel R+I Fließbild [11]

3.3.2 Messstellen

Die Messstellen von Stoff- und Prozessgrößen werden mit einer Buchstaben- und Ziffernfolge bestimmt (siehe Abbildung 3.9). Die Buchstabenfolge gibt Auskunft über die Funktion und Aufgabe der Messung und besteht aus einem Erstbuchstaben und eventuell aus weiteren Folgebuchstaben. Die dazugehörige Ziffernfolge ist die Identifikationsnummer. Diese Darstellung ist in der ⁵DIN 19227 genormt [11].

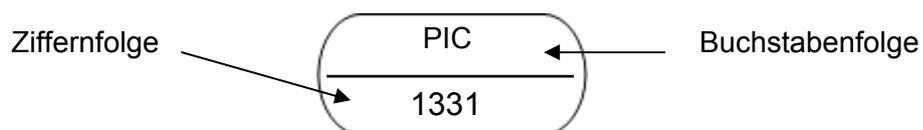


Abbildung 3.9: Beispiel einer Temperaturmessstelle

⁵ DIN 19227: Norm für Kurzzeichen in der EMSR- Technik

Die Bedeutung der einzelnen Buchstaben (Erstbuchstabe, Ergänzungsbuchstabe und Folgebuchstabe) sind in der Tabelle 3.7 dargestellt.

	Gruppe 1: Messgröße		Gruppe 2: Verarbeitung
	Erstbuchstabe	Ergänzungsbuchstabe	Folgebuchstabe
A			Grenzwertmeldung, Alarm
B			
C			Selbstständige Regelung/ Selbstständige Steuerung
D	Dichte	Differenz	
E	Elektrische Größen		
F	Durchfluss, Durchsatz	Verhältnis	
G	Abstand, Länge, Stellung		
H	Handeingabe, Handeingriff		
I			Anzeige
J		(„Scanning“)	
K	Zeit		
L	Stand		
M	Feuchte		
N	Frei verfügbar		
O	Frei verfügbar		Sichtzeichen, Ja/Nein Aussage (kein Alarm)
P	Druck		
Q	Qualitätsgrößen	Integral, Summe	
R	Strahlungsgrößen		Registrierung
S	Geschwindigkeit, Drehzahl, Frequenz		Schaltung, nicht fortlaufende Steuerung
T	Temperatur		(„Transmitting“)
U	Zusammengesetzte Größen		
V	Viskosität		
W	Gewicht, Masse		
X	Sonstige Größe		
Y	Frei verfügbar		
Z + - /			Noteingriff, Sicherung durch Auslösung oberer Grenzwert, Zwischenwert, unterer Grenzwert

Tabelle 3.7: Bedeutung von Buchstaben an der Messstelle [11]

Die Buchstabenfolge „PIC“ aus der Abbildung 3.9 entspricht nach der Tabelle 3.7 eine Druckanzeige mit einer selbständigen Regelung/ Steuerung (P: Druck, I: Anzeige, C: Selbständige Regelung/ Steuerung).

3.3.3 Darstellung von Reglern

In der Gipsmahanlage gibt es PID- Regelkreise, die wie folgt aufgebaut sind:

- Proportional- Glied (P- Glied)
- Integral- Glied (I- Glied)
- Differenzial- Glied (D- Glied)

Der PID- Regelkreis ist genau, schnell und universell einsetzbar und wird daher oft im Anlagenbau bei diversen Regelungen (Durchflussregelungen, Temperaturregelungen oder Druckregelungen) eingesetzt. In der Abbildung 3.10 ist dieser verwendete Regler in Blockdarstellung dargestellt:

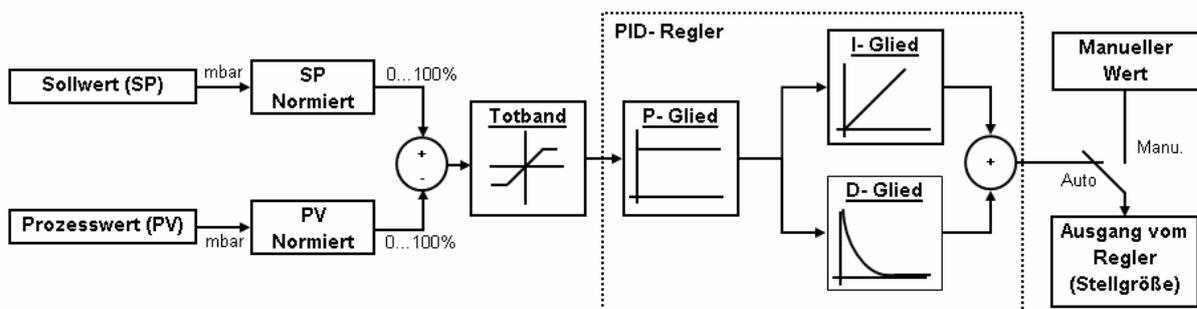


Abbildung 3.10: Blockdarstellung eines PID- Systems

Das Funktionsprinzip des allgemeinen PID- Reglers ist wie folgt: Als erstes wird der Sollwert und der Prozesswert normiert. Anschließend wird zwischen dem Sollwert und dem Prozesswert eine Regeldifferenz gebildet. Liegt die Differenz innerhalb eines Totbands, so erfolgt kein Regeleingriff. Bei größeren Differenzen wird diese dem PID- Regelkreis zugeführt und am Reglerausgang kommt die geregelte Stellgröße heraus (siehe Abbildung 3.10).

Aus ergonomischer Sicht sollten alle notwendigen Größen eines Reglers in der Prozessvisualisierung dargestellt werden. Die wichtigsten Größen sind:

- Betriebsart (Automatik-/ Handbetrieb)
- Prozesssollwert
- Handstellwert
- Anzeigewerte (Sollwert, Prozesswert, Stellgröße und Rückgabesignal vom Stellglied)
- PID- Parameter (P-, I- oder D- Anteil) und Totband- Einstellungen
- Kurvenverläufe

Für die Erstellung einer Regler- Bedienoberfläche gibt es keine „genormten“ Vorgaben, daher ist es sinnvoll, die oben genannten Funktionen in einem Block in der Visualisierung zu verwenden. Der Aufbau eines Reglers in der Visualisierung könnte deshalb, wie folgt aussehen (siehe Abbildung 3.11):

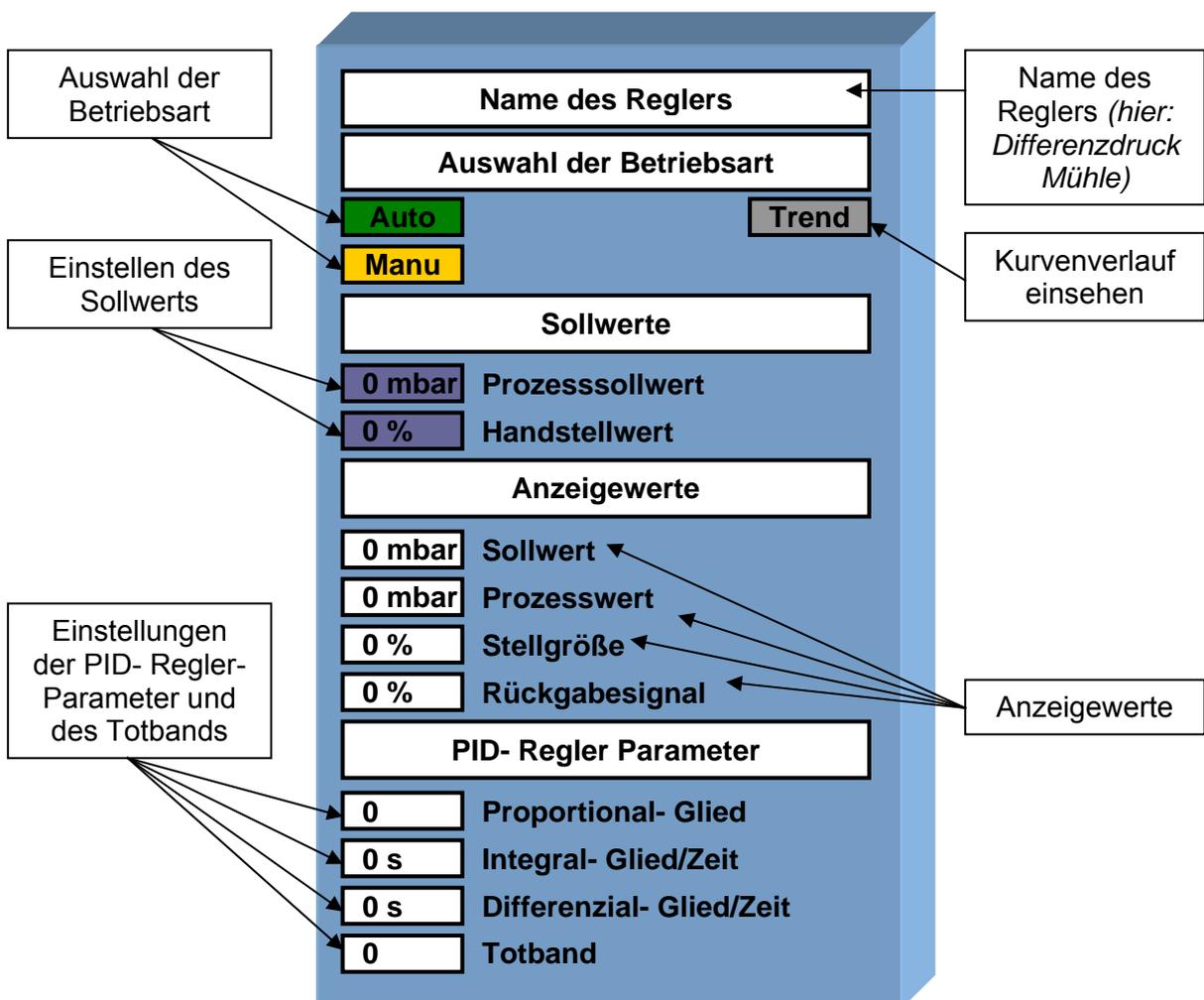


Abbildung 3.11: Aufbau einer Regleranalyse mit einer Visualisierung

Bei einem Vergleich zwischen dem Blockschaltbild (Abbildung 3.10) und dem Aufbau der Visualisierung (Abbildung 3.11) ist zu erkennen, dass alle wichtigen Größen in der Prozessvisualisierung auftauchen (PID- Parameter und Sollwerte), sowie diverse Tasten (Trend, Auto und Manu). Die Taste Trend öffnet nach Betätigung ein Fenster mit den entsprechenden Kurvenverläufen (Sollwert, Prozesswert, Stellgröße und Rückgabesignal). Mit diesen Kurvenverläufen kann der Bediener den Regler beobachten und diese Informationen verwenden, um eine Regloptimierung vorzunehmen. Mit der Taste Auto wird der Reglerausgang durch den PID- Regelalgorithmus bestimmt und die Taste Manu ist für die manuelle Stellwertvorgabe vorgesehen.

3.3.4 Darstellung von Trends

Die Trenddarstellungen von Prozessgrößen geben eine Übersicht über den Prozessverlauf. Durch diese Übersicht sind Abweichungen vom Normalzustand schon während des laufenden Prozesses erkennbar und entsprechende Maßnahmen können durchgeführt werden, um den Normalzustand wiederherzustellen.

Bei sogenannten Trendanalysen sollten möglichst mehrere Trends gegenübergestellt werden, um die gegenseitige Beeinflussung und Vergleichbarkeit zu erkennen. Vorteil von solchen Trenddarstellungen ist die bessere Beurteilung von Kurvenverläufen, sowie die rechtzeitige Erkennung von Störungen, bzw. von Fehlern in einer Anlage.

Um Trends gut darzustellen werden die Kurven sinnvoll in Gruppen zusammengefasst. Dies hat zur Folge, dass der Bediener eine bessere Übersicht über den laufenden Prozess bekommt. Man kann, z.B. alle Daten vom Hauptventilator, wie Drehzahl, Lagertemperaturen und Lagerschwingungen in einem Trendbild anzeigen lassen. So hat der Anlagenbediener eine generelle Übersicht von dem Hauptventilator und kann bei negativen Prozess-Veränderungen schnell eingreifen. Folgende Funktionalitäten sind in einem Trendbild möglich:

- Zeitbereich vergrößern
- Zeitbereich verkleinern
- Zeitbereich einstellen
- Auswahl Echtzeittrends
- Auswahl historische Trends

3.3.5 Darstellung von Betriebsarten

In automatisierten Anlagen gibt es zwei Betriebsarten (Automatik- und Handbetrieb). Im Automatikbetrieb wird die Anlage nach einer bestimmten Startsequenz (siehe Kapitel 5.1) automatisch gestartet, bzw. gestoppt. Im Handbetrieb ist es möglich die Anlage manuell zu bedienen. Der Bediener kann hier Gruppen (Getriebe, Hauptventilator, Mühle, usw.) gezielt ein- und ausschalten. Zu einer Gruppe gehören immer bestimmte Komponenten, wie z.B. Ventile oder Motore. Die Gruppen sind gegeneinander verriegelt, so dass der Bediener aus Sicherheitsgründen eine bestimmte Einschaltreihenfolge auch im Handbetrieb einhalten muss. Für die Darstellung von Betriebsarten und deren Bedingungen gibt es keine „genormten“ Vorgaben für eine Visualisierung, deshalb sind die Gruppen zwecks Übersicht in verschiedene Popup- Fenster aufgeteilt. Diese Popup- Fenster können folgendermaßen aussehen (siehe Abbildung 3.12):

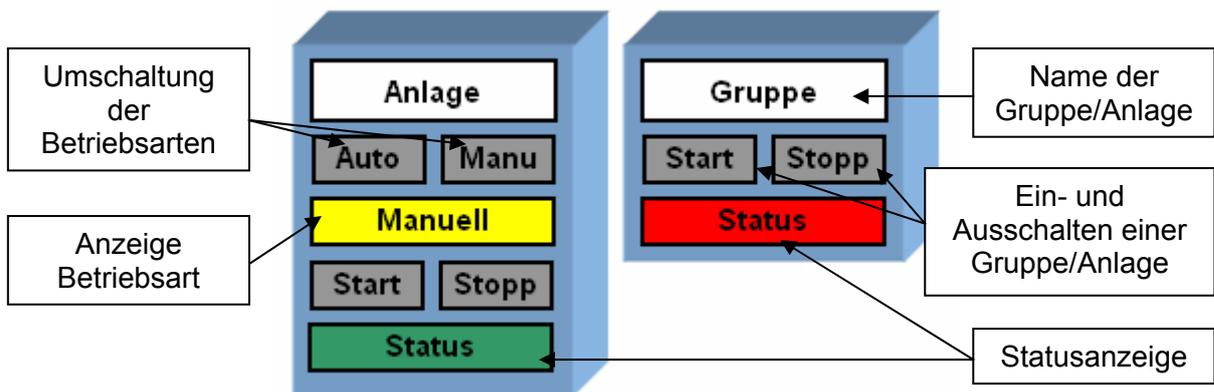


Abbildung 3.12: Darstellung von Betriebsarten

Der Aufbau dieser Popup- Fenster sieht so aus, dass der Name einer Gruppe im obersten Teil des Fensters angezeigt wird. In der Abbildung 3.12 ist die Betriebsartenumschaltung dargestellt. Die Bedienung der Anlage, bzw. einer Gruppe und die Statusanzeige befinden sich unterhalb dieser Umschaltung. Anhand der Statusanzeige (Zustandsanzeige) kann man den aktuellen Betriebszustand (Fehler oder ähnliches) einer Anlage, bzw. einer Gruppe erkennen (Farbcodierungen der Statusanzeige sind im Anhang A.4 dargestellt).

3.3.6 Darstellung von Objekten

Objekte, wie z.B. Motore oder Ventile können in den unterschiedlichsten Formen dargestellt werden. Der Entwickler kann diese Objekte so anzeigen und zum „Leben“ erwecken, dass der spätere Anlagenbediener sie versteht. Wichtig hierbei ist es, dass der Entwickler der Visualisierung sich Gedanken, um den Anlagenprozess macht, da unnötige Objekte, wie z.B. Schalldämpfer oder ähnliches den Bediener irritieren und von dem Prozess ablenken könnten. Diese unnötigen Objekte werden weglassen. Es gibt drei verschiedene Möglichkeiten ein Objekt darzustellen (siehe Tabelle 3.8): die Realdarstellung (Grafik), die R+I Darstellung und die Echtdarstellung (Foto).

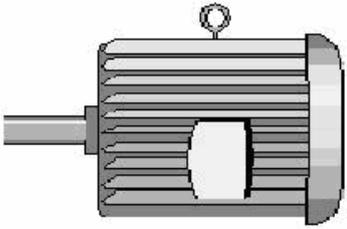
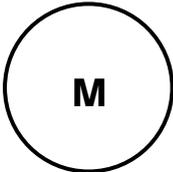
Realdarstellung (Grafik)	R+I Darstellung	Echtdarstellung (Foto)
		

Tabelle 3.8: Verschiedene Möglichkeiten der Objektdarstellung

Da diese Objekte weltweit verwendet werden, scheint die R+I Darstellung am sinnvollsten. Die R+I Darstellung ist am verständlichsten und hat einen hohen Wiedererkennungswert eines Bauteils. Aus diesen genannten Gründen kann die Darstellung diverser Objekte (Motore, Ventile, Klappen, usw.) aus einem R+I Fließbild entnommen und mit entsprechenden Farbumschlägen animiert werden. Diese Darstellungsart ist jedoch nicht zwingend.

3.4 Umsetzung einer Visualisierung

Die einzelnen Schritte der Vorgehensweise von der Umsetzung bis hin zum Test eines Visualisierungssystems sind in diesem Blockdiagramm (siehe Abbildung 3.13) grafisch dargestellt.



Abbildung 3.13: Blockdiagramm der Vorgehensweise

Die optimale Vorgehensweise zur Erstellung eines Visualisierungssystems sieht folgendermaßen aus:

- Anlage verstehen
- Festlegung von Farben und Symbole
- Fließbilder, Fotos und Graphiken einlesen
- Bedienphilosophie festlegen
- Statische Bilder erstellen
- Vereinbarung der Variablennamen mit den SPS Zuordnungen der Prozessvariablen
- Statische Bilder dynamisieren
- Alarme und Meldungen festlegen
- Trends zusammenstellen
- Installation und Test der Prozessanbindungen

4 Wonderware InTouch

In diesem Kapitel ist die Visualisierungssoftware InTouch und deren wichtigste Programmteile beschrieben. Dazu sind die Schnittstelle zwischen SPS und InTouch, der Aufbau des InTouch Programms, die Variablenliste, die wichtigsten Funktionen, wie z.B. Farbumschläge, Sprachumschaltung, sowie Alarmer und Trends erläutert [3, 12].

Das HMI- System InTouch ist eine weltweit führende HMI- Software und ermöglicht ein schnelles und leistungsstarkes Erstellen und Ändern von Anwendungen. InTouch- Projekte werden weltweit in einer Vielzahl verschiedener Märkte, wie in der Lebensmittelverarbeitenden Industrie, in der Halbleiterherstellung, der Petrochemie und in der Energiewirtschaft, in der Automobilindustrie, der chemischen und pharmazeutischen Industrie, in der Papierverarbeitung, im Transportwesen, in Versorgungsbetrieben und vielen weiteren Sparten eingesetzt. InTouch arbeitet ⁶objektorientiert und bedienerfreundlich. Des Weiteren hat InTouch eine konfigurierbare Grafik, umfassende Kommunikationsanbindungen und eine flexible Architektur. Damit kann der Anwender Applikationen schnell an die Unternehmensstandards anpassen und diese gleichzeitig einsetzen, um eine höhere Produktivität und Effizienz zu erzielen.

InTouch besteht im Wesentlichen aus drei Hauptprogrammen, dem InTouch Projekt-Manager, WindowMaker und WindowViewer. Mit dem InTouch Projekt- Manager werden die angelegten Projekte organisiert. Das Programm wird außerdem zum Konfigurieren von WindowViewer als Dienst für Client/ Server- orientierte Architekturen eingesetzt. WindowMaker ist eine Entwicklungsumgebung, in der objektorientierte Grafiken zur Entwicklung animierter, berührungsempfindlicher (bedienbarer) Anzeigefenster eingesetzt werden. Diese Anzeigefenster können mit industriellen E/A- Systemen und anderen Microsoft Windows- Anwendungen verbunden werden. WindowViewer ist eine Laufzeitumgebung zum Anzeigen von Grafikfenstern, die mit WindowMaker erstellt wurden. WindowViewer führt Skripte aus und ist verantwortlich für die Archivierung und Berichterstellung von Daten, sowie Prozessalarmen.

⁶ Objektorientiert bezeichnet die Eigenschaft einer Programmiersprache oder Benutzeroberfläche, deren Grundelemente als Objekte bezeichnet werden.

4.1 Schnittstelle zwischen SPS und InTouch

Die Anbindung von InTouch mit der SPS erfolgt über Industrial Ethernet. Um eine Schnittstelle mit einer SPS herzustellen, gibt es in InTouch einen „System Manager“ (siehe Abbildung 4.1). In diesem Manager kann der Entwickler die Netzwerkadresse von der SPS (*hier: S7-300 von Siemens*) und die Steckplatzadressierung der CPU (*hier: Adresse 2*) eingeben, so dass man eine Verbindung zwischen dem HMI- System und der SPS herstellen kann. Außerdem muss die Schnittstellendefinition mit einem „Topic“ verknüpft werden (*hier: „S7_300“*). „S7_300“ ist die Entwicklungsumgebung der SPS und übernimmt den Datenaustausch mit der Steuerungs- Hardware (S7-300).

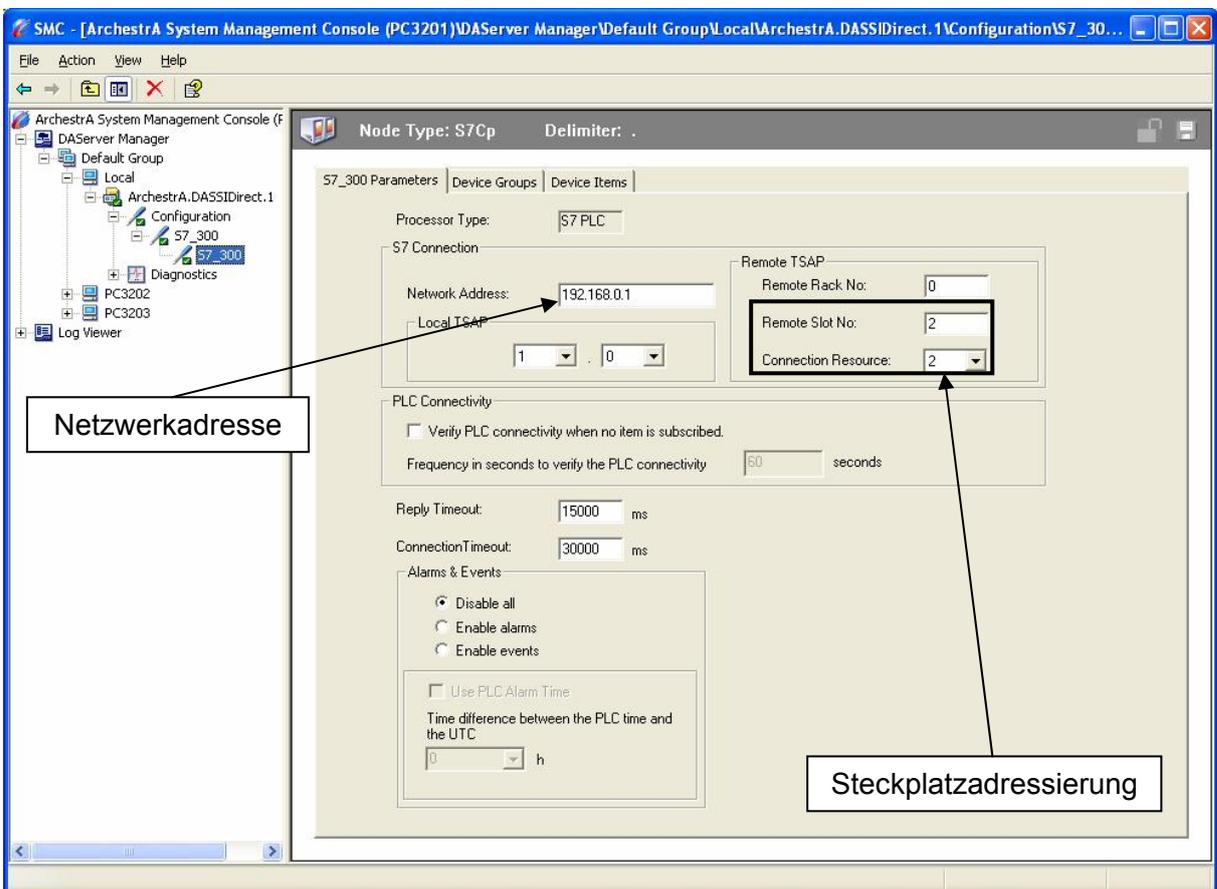


Abbildung 4.1: Schnittstelle zu der SPS

Um anschließend die E/A- Verbindung herzustellen geht man nach folgendem Prinzip vor: Im WindowMaker- Explorer von InTouch unter dem Pfad „Configure → Access Name“ gelangt man in das Konfigurations- Fenster für die E/A- Verbindung (siehe Abbildung 4.2). Im Feld „Access Name“ wird der Zugriffsname festgelegt und im Feld „Node Name“ wird der Knotenname eingefügt. Dies kann beispielsweise der Name oder die IP- Adresse des Computers sein. Die Art der Verbindung, mit der die Laufzeitumgebung (WindowViewer) von InTouch kommunizieren soll, wird im Feld „Application Name“ eingetragen. In diesem Fall ist dies DASSIDirect (Kommunikation InTouch mit einer SPS von der Firma Siemens). Im Feld „Topic Name“ wird dann auf die Verbindung verwiesen. Als nächstes wird „Advise only active items“ ausgewählt, was bedeutet, dass nur die im Fenster sichtbaren Objekte und die zugehörigen Skripte abgefragt werden. Zuletzt kann noch eine andere Bedienstation eingetragen werden (insofern vorhanden), um eine Redundanz zwischen den Stationen herzustellen. Die Konfiguration der E/A- Verbindung ist damit abgeschlossen.

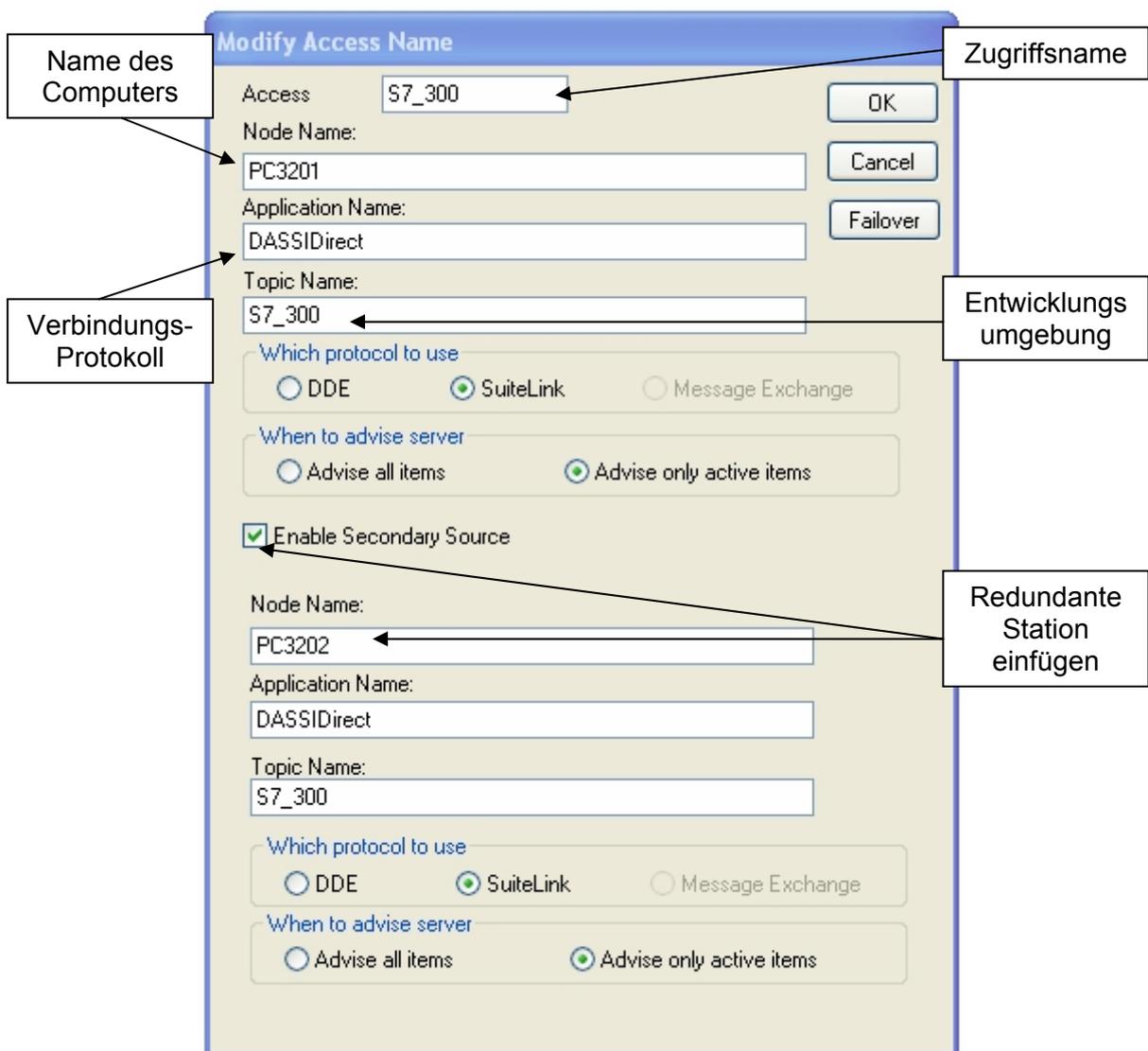


Abbildung 4.2: Konfiguration der E/A- Verbindung

4.2 WindowMaker Programmelemente

WindowMaker ist die Entwicklungsumgebung von InTouch. Die grafische Benutzeroberfläche in WindowMaker entspricht den Windows- Standards. Der WindowMaker- Projekt- Browser macht es mit seinem grafischen Aufbau einfach, sich in einem InTouch- Projekt zurechtzufinden und diese zu konfigurieren. Aus folgenden Komponenten besteht der WindowMaker- Projekt- Browser (siehe Abbildung 4.3):

1. Die grafische Benutzeroberfläche in WindowMaker
2. Der Projekt- Browser
3. WindowMaker- Symbolleisten, um Objekte zu erstellen
4. Das WindowMaker- Lineal
5. Die WindowMaker- Statusleiste
6. Symbolleiste „Schwenk/Zoom“

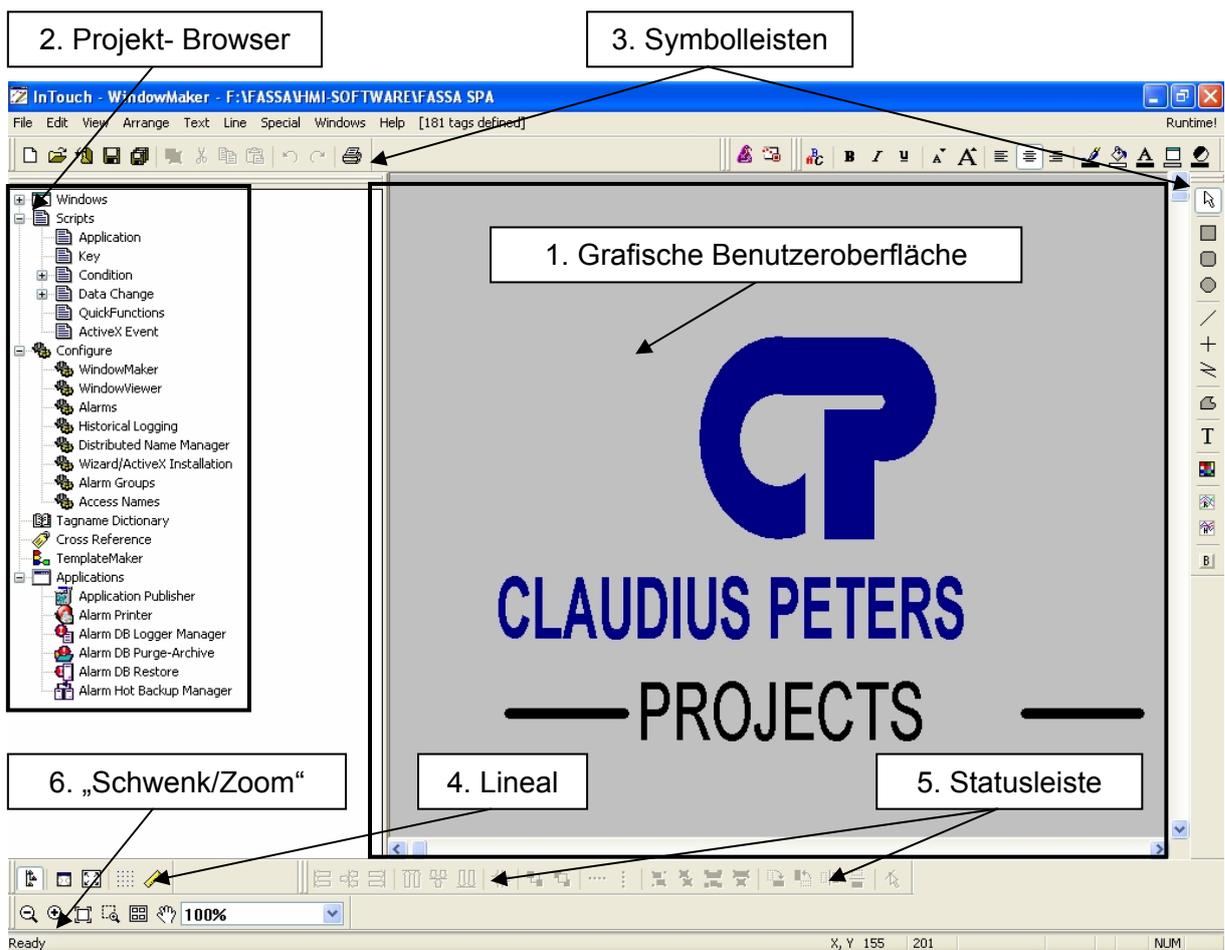


Abbildung 4.3: WindowMaker- Programmelemente

4.3 Variablenliste

Die Variablenliste bildet gewissermaßen das „Herzstück“ von InTouch. Sie enthält Informationen zu allen im Projekt verwendeten Variablen. Sie gliedert sich in zwei Komponenten:

- Die Entwurfszeit- Variablendatenbank, die von WindowMaker (Entwicklungsumgebung) verwaltet und im Projektverzeichnis gespeichert wird.
- Die Laufzeitdatenbank, die von WindowViewer (Umgebung zur Laufzeit) verwaltet und im Arbeitsspeicher des Rechners abgelegt wird.

Jeder Variable muss im WindowMaker einem Namen und einem Typ zugeordnet werden. Für jede Variable benötigt InTouch zusätzliche Informationen, die InTouch mitteilen, von wo der entsprechende Wert abgerufen werden kann und wie dieser skaliert werden soll. Darüber hinaus können der Anfangswert, die Skalierung, die Datenarchivierung und viele andere Punkte eingestellt werden (siehe Abbildung 4.4).

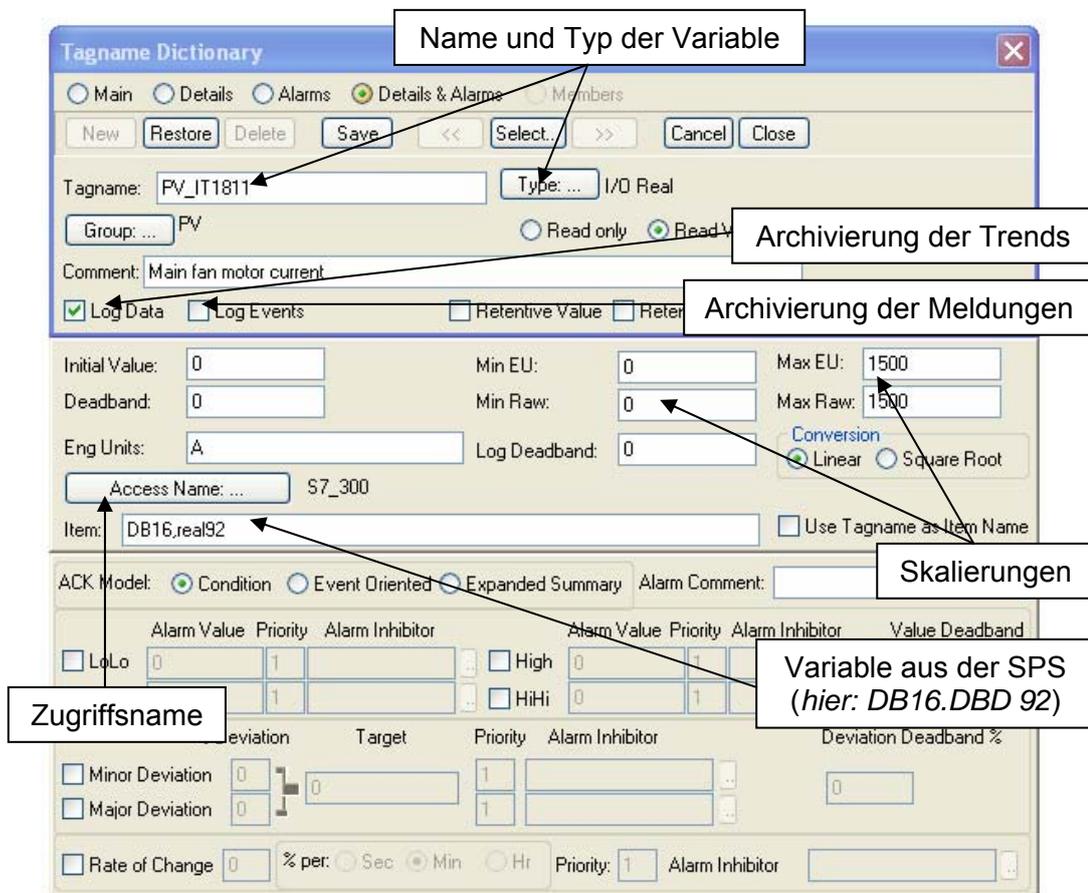


Abbildung 4.4: Variablenliste

4.4 Funktionen von InTouch

Wonderware InTouch besitzt diverse Funktionen. In den nachfolgenden Punkten sind die wichtigsten und notwendigsten Funktionen von InTouch erläutert.

- **Aktionsfenster**

Um Aktionen auszuführen gibt es in InTouch ein Aktionsfenster (siehe Abbildung 4.5). In diesem Aktionsfenster hat der Entwickler verschiedene Möglichkeiten Objekte zu animieren.

Section	Option	Checked
Berührung	Binär	<input type="checkbox"/>
	Analog	<input type="checkbox"/>
	Text	<input type="checkbox"/>
Linienfarbe	Binär	<input type="checkbox"/>
	Analog	<input type="checkbox"/>
	Binärer Alarm	<input type="checkbox"/>
	Analoger Alarm	<input type="checkbox"/>
Füllfarbe	Binär	<input type="checkbox"/>
	Analog	<input checked="" type="checkbox"/>
	Binärer Alarm	<input type="checkbox"/>
	Analoger Alarm	<input type="checkbox"/>
Textfarbe	Binär	<input type="checkbox"/>
	Analog	<input type="checkbox"/>
	Binärer Alarm	<input type="checkbox"/>
	Analoger Alarm	<input type="checkbox"/>
Schieberegler	Vertikal	<input type="checkbox"/>
	Horizontal	<input type="checkbox"/>
Objektgröße	Höhe	<input type="checkbox"/>
	Breite	<input type="checkbox"/>
Position	Vertikal	<input type="checkbox"/>
	Horizontal	<input type="checkbox"/>
Proz. Füllen	Vertikal	<input type="checkbox"/>
	Horizontal	<input type="checkbox"/>
Schaltflächen	Binärer Wert	<input type="checkbox"/>
	Aktion	<input checked="" type="checkbox"/>
	Fenster anzeigen	<input type="checkbox"/>
	Fenster verberg.	<input type="checkbox"/>
Sonstige	Sichtbarkeit	<input type="checkbox"/>
	Blinken	<input checked="" type="checkbox"/>
	Drehung	<input type="checkbox"/>
	Sperren	<input type="checkbox"/>
	Tooltip	<input type="checkbox"/>
Wertanzeige	Binär	<input type="checkbox"/>
	Analog	<input type="checkbox"/>
	Text	<input type="checkbox"/>

Abbildung 4.5: InTouch Funktion - Aktionsfenster

- **Farbumschläge**

Um Farbumschläge anzeigen zu lassen, kann man bei Wonderware InTouch eine entsprechende Funktion im Aktionsfenster (Füllfarbe → Analog) ausführen, damit z.B. ein Antriebssymbol bei einer Fehlermeldung die Farbe wechselt. Um Farbumschläge in einem Bauteil einzufügen, geht man nach folgendem Prinzip vor (siehe Abbildung 4.6):

1. Öffnen des Aktionsfenster
2. Aktion ausfüllen (Füllfarbe → Analog)
3. Variable zuordnen
4. Farbprinzip anlegen (Grenzwerte/Farben)

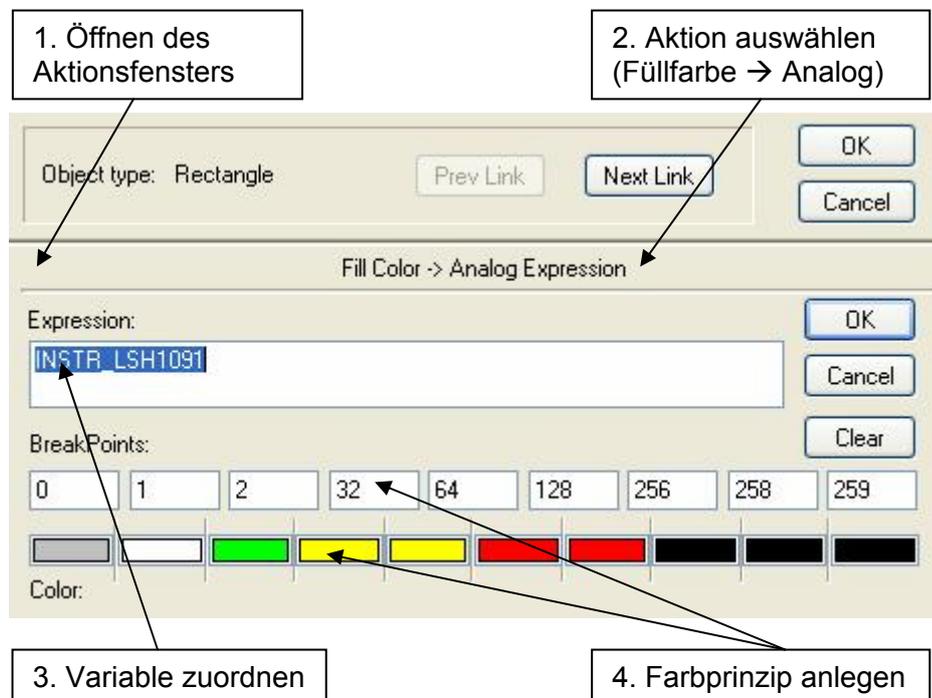


Abbildung 4.6: InTouch Funktion - Farbumschläge

In diesem Beispiel sind Grenzwerte der Variable „INSTR_LSH1091“, unterschiedliche Farben zugeordnet (Wert 0 ≙ grau, Wert 1 ≙ weiß, Wert 2 ≙ grün, usw.).

- **Skript**

Ein Skript ist eine Ausführung eines Programms zur Laufzeit. Dieses Programm kann, z.B. durch einen Tastendruck gestartet werden. Um ein Skript zu öffnen, klickt der Bediener auf die Taste Aktion im Aktionsfenster. Als nächstes kann man dann die gewünschte Funktion in der Programmiersprache Visual Basic eingeben (siehe Abbildung 4.7). Dieses Menü besteht aus einem Ausführungsmenü, das heißt, wann soll das Skript ausgeführt werden (linke Maustaste gedrückt, rechte Maustaste gedrückt, usw.), sowie diversen Funktionen (Bildfenster anzeigen, Bit setzen, usw.).

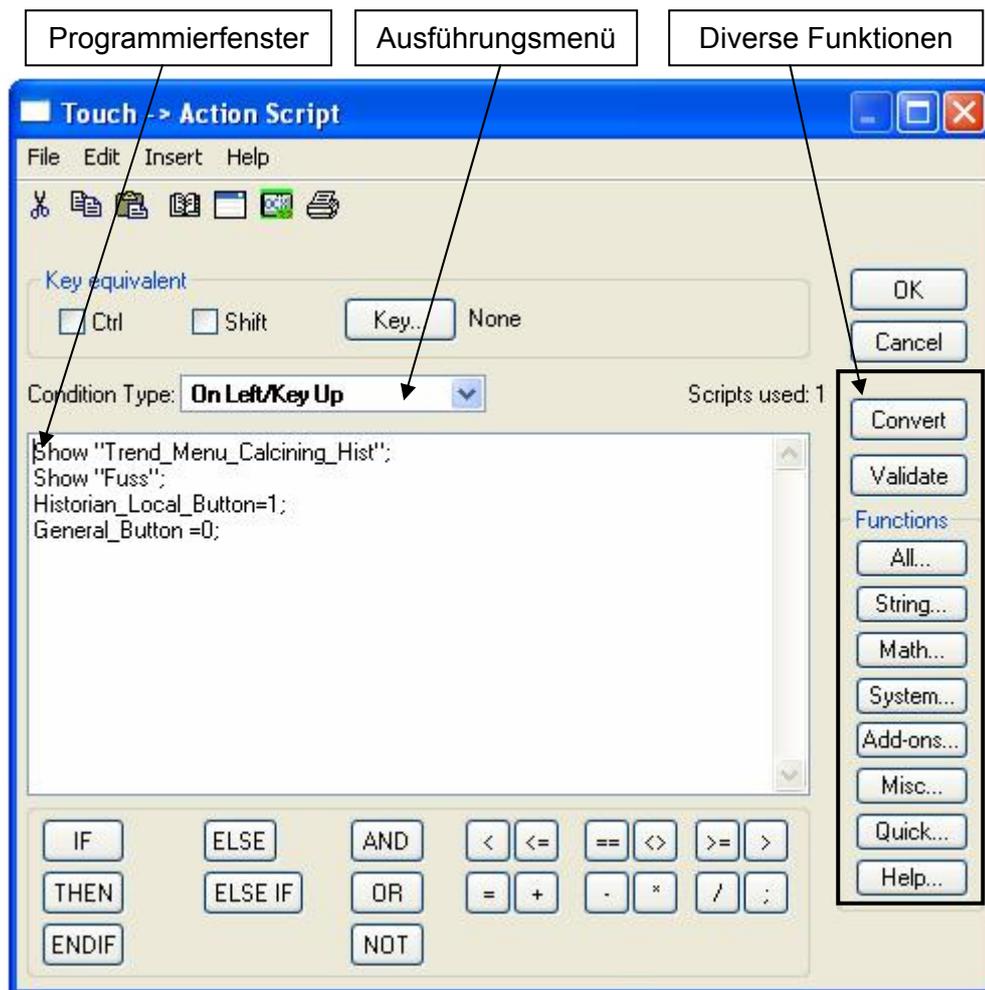


Abbildung 4.7: InTouch Funktion - Skript

In diesem Skript werden über die Funktion „Show“ zwei Fenster geöffnet, sowie der Variablen „Historian_Local_Button“ den Wert „1“ und der Variablen „General_Button“ den Wert „0“ zugewiesen. Die Ausführung des Skripts erfolgt, wenn man auf ein Objekt mit der linken Maustaste klickt und diese dann loslässt.

- **Objekt- „Tooltip“**

Ein „Tooltip“ ist, wenn der Bediener den Mauszeiger zur Laufzeit über ein Objekt bewegt und dann ein Informationstext über dieses Objekt erscheint. Im Aktionsfenster von InTouch ist es möglich einen statischen Text als „Tooltip“ einzugeben, um Informationen von einem Objekt zu hinterlegen. Hierzu betätigt man im Aktionsfenster die Taste „Tooltip“. In diesem Menü kann der Entwickler einen Ausdruck oder einen statischen Text hinter einem Symbol hinterlegen (siehe Abbildung 4.8). Dieser „Tooltip“ wird im WindowViewer angezeigt, indem der Bediener mit dem Mauszeiger über das entsprechende Symbol geht.

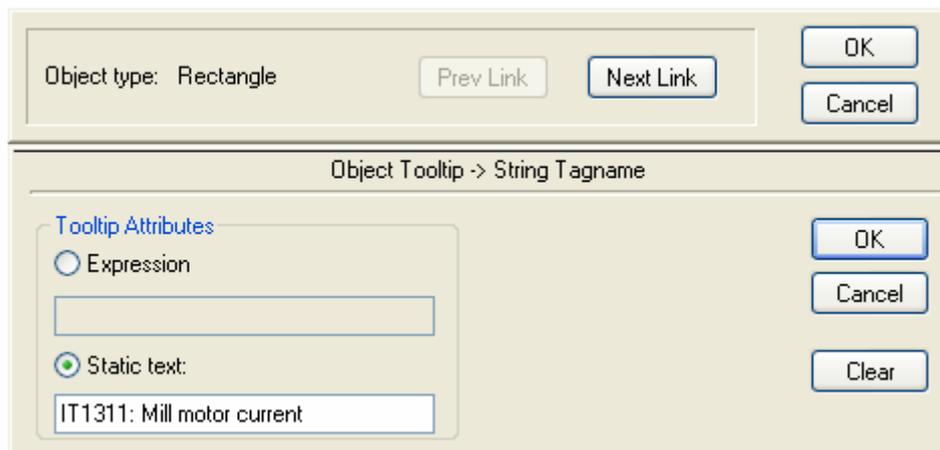


Abbildung 4.8: InTouch Funktion - Tooltip

In diesem Beispiel wird ein statischer Text („IT1311: Mill motor current“) als „Tooltip“ hinterlegt.

4.5 Sprachumschaltung

Um eine Inbetriebnahme zu vereinfachen, gibt eine Sprachumschaltung, damit keine Kommunikationsprobleme bei der Anlagenbedienung auftreten. Um eine Sprachumschaltung zu realisieren geht man in InTouch nach folgendem Prinzip vor:

1. Öffnen des Projekts, für das man die Sprachen konfigurieren möchte.
2. Im Menü Spezial (*engl. special*), den Menüpunkt Sprache einrichten (*engl. configure language*) auswählen (siehe Abbildung 4.9).

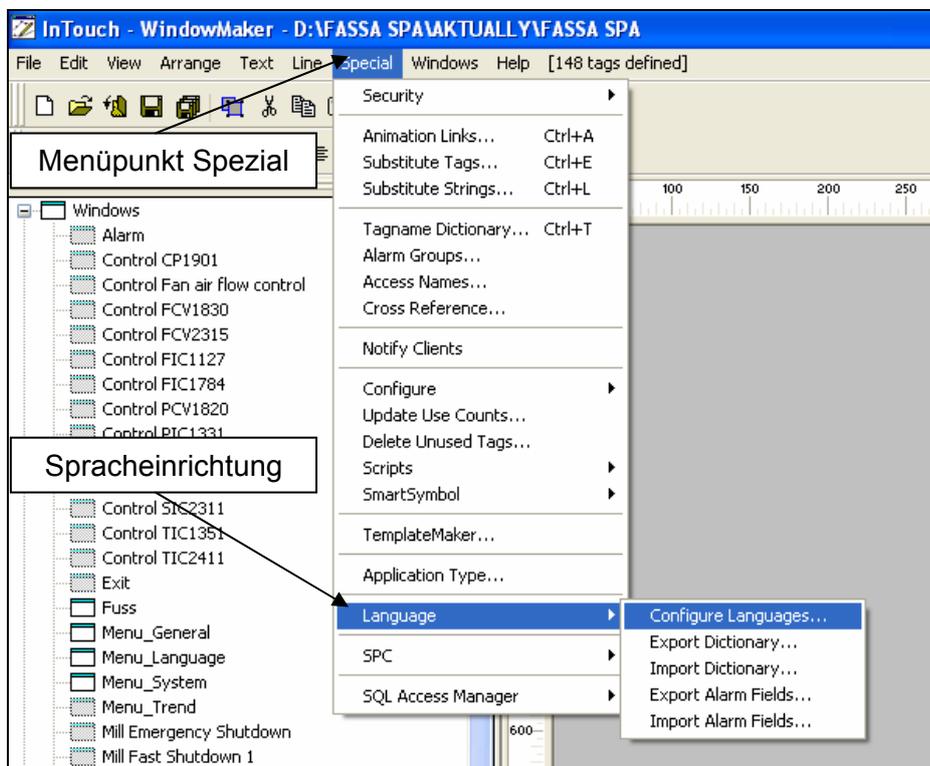


Abbildung 4.9: Konfiguration der Sprachumschaltung

- Das Dialogfeld Sprache einrichten wird angezeigt. Hier kann man beliebig viele Sprachen einfügen. Jede Sprache verfügt über eine Gebietsnummer (siehe Abbildung 4.10).

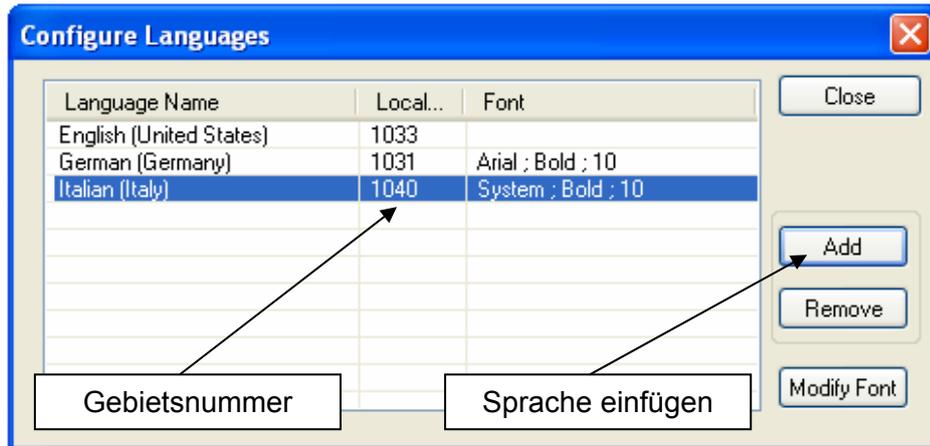


Abbildung 4.10: Dialogfeld Sprache

- Anschließend kann man die Texte des Projektes in eine Excel Tabelle exportieren (Wortliste exportieren) und bearbeiten und dann wieder in das InTouch- Projekt importieren (Wortliste importieren).
- Um die Sprachumschaltung zu aktivieren wird diese auf eine Taste gelegt. Hierfür öffnet man das Aktionsfenster der entsprechenden Taste und erstellt ein Skript. In diesem Skript weist man die Gebietsnummer der jeweiligen Sprache der Systemvariable \$Language zu. In dem Beispiel (siehe Abbildung 4.11) wird die Gebietsnummer 1033 auf die Systemvariable gelegt. Wird nun die Taste betätigt werden die Texte in die jeweilige Sprache der Gebietsnummer umgeschaltet.

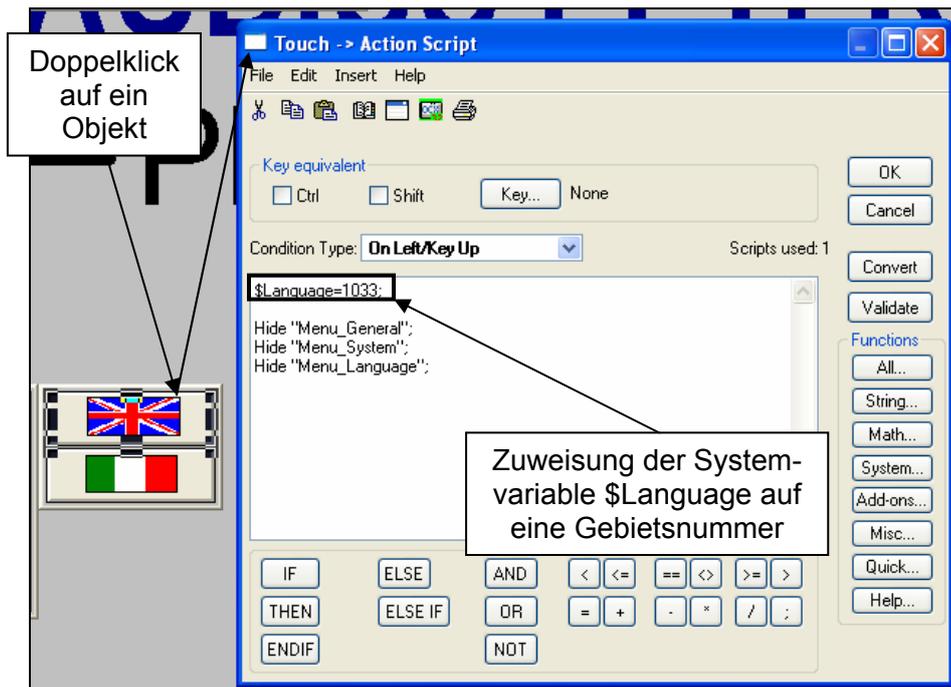


Abbildung 4.11: Aktivierung der Sprachumschaltung

4.6 Alarme/ Ereignisse

InTouch verfügt über ein Meldesystem, das den Bediener über Prozess- und Systemzustände informiert. Dieses System unterstützt die Anzeige, Aufzeichnung von Prozessalarmen und Systemereignissen. InTouch verfügt über zwei Meldungstypen (Alarme und Ereignisse), die den Bediener über die Prozessaktivität informiert.

Alarme sind Warnungen und Störungen, die Probleme verursachen können und ein Eingreifen des Bedieners erfordern. Ein typischer Alarm wird ausgelöst, wenn ein Prozesswert einen benutzerdefinierten Grenzwert überschreitet. Der gekommene Alarm befindet sich in einem nicht quittierten Status und der Bediener wird darüber informiert das ein Problem besteht. Sobald der Bediener den Alarm quittiert hat, geht das System in den Status quittiert zurück. InTouch kann so konfiguriert werden, dass ein Alarm auch dann quittiert werden muss, wenn die Umstände, die den Alarm ausgelöst haben, behoben worden sind. Alarme müssen quittiert werden, so ist sichergestellt, dass der Bediener den Alarm zur Kenntnis nimmt.

Bei entsprechender Konfiguration kann InTouch darüber hinaus Ereignisse in der Alarmdatenbank speichern. In InTouch kann man eine beliebige Variable zur Ereignisüberwachung konfigurieren. Wenn man eine Variable für die Ereignisüberwachung definiert, wird bei jeder Wertänderung einer Variablen eine Ereignismeldung im Alarmsystem aufgezeichnet. Die Ereignismeldung zeichnet auf, wie sich der Wert ändert.

4.7 Echtzeit- und Archivierungstrenddiagramme

InTouch verfügt über zwei Typen von Trenddiagrammen: Echtzeit- Diagramme und Archivierungs- Diagramme.

- **Echtzeit- Diagramme**

Echtzeittrends sind dynamisch. Sie werden zur Laufzeit kontinuierlich aktualisiert.

- **Archivierungs- Diagramme**

Archivierungs-Trenddiagramme stellen die Daten zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Vergangenheit dar. Sie sind nicht dynamisch. Im Unterschied zu Echtzeit- Trenddiagrammen werden Archivierungs- Trenddiagramme nur durch Ausführung eines Skripts oder durch eine Benutzeraktion (z. B. durch klicken auf eine Schaltfläche) aktualisiert.

Nach folgendem Prinzip wird ein Trenddiagramm (*hier: Archivierungs- Diagramm*) erstellt:

1. Auswahl des Werkzeugs „Archivierungs- Diagramm“ in der Symbolleiste im WindowMaker.
2. Den Trend in die Grafische Benutzeroberfläche ziehen und die gewünschte Größe des Trends mit der Maus festlegen (siehe Abbildung 4.12). Trendobjekte verhalten sich genau wie andere in WindowMaker gezeichnete Objekte.

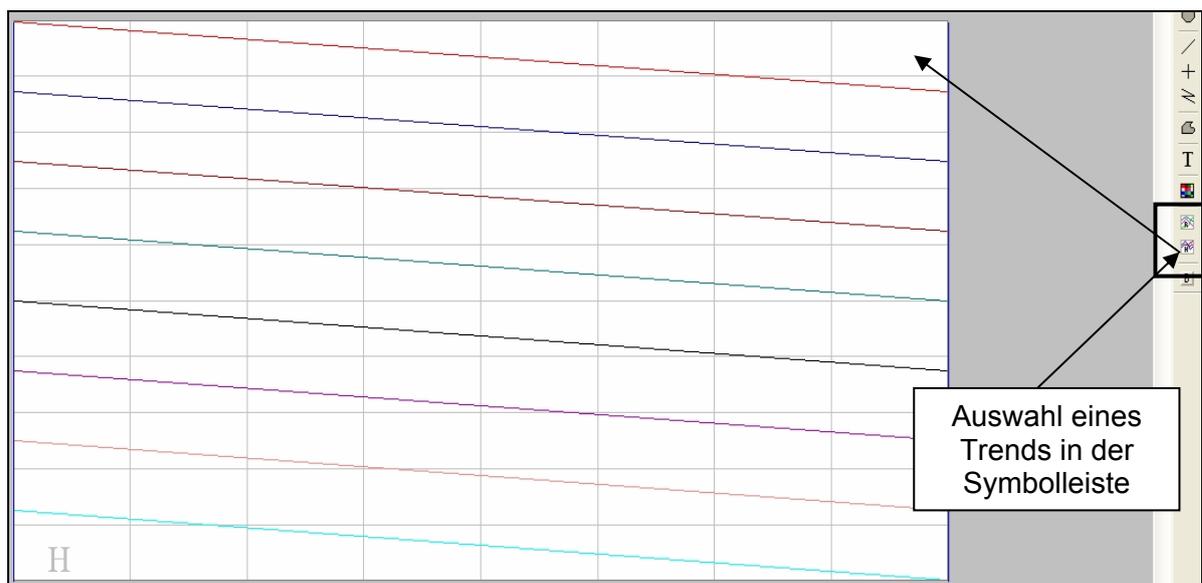


Abbildung 4.12: Erstellung eines Archivierungs- Diagramm

3. Durch Doppelklicken auf das Diagramm öffnet sich das Konfigurationsdialogfeld (siehe Abbildung 4.13). In diesem Konfigurationsdialogfeld können die Trendstifte für die Kurven definiert werden.

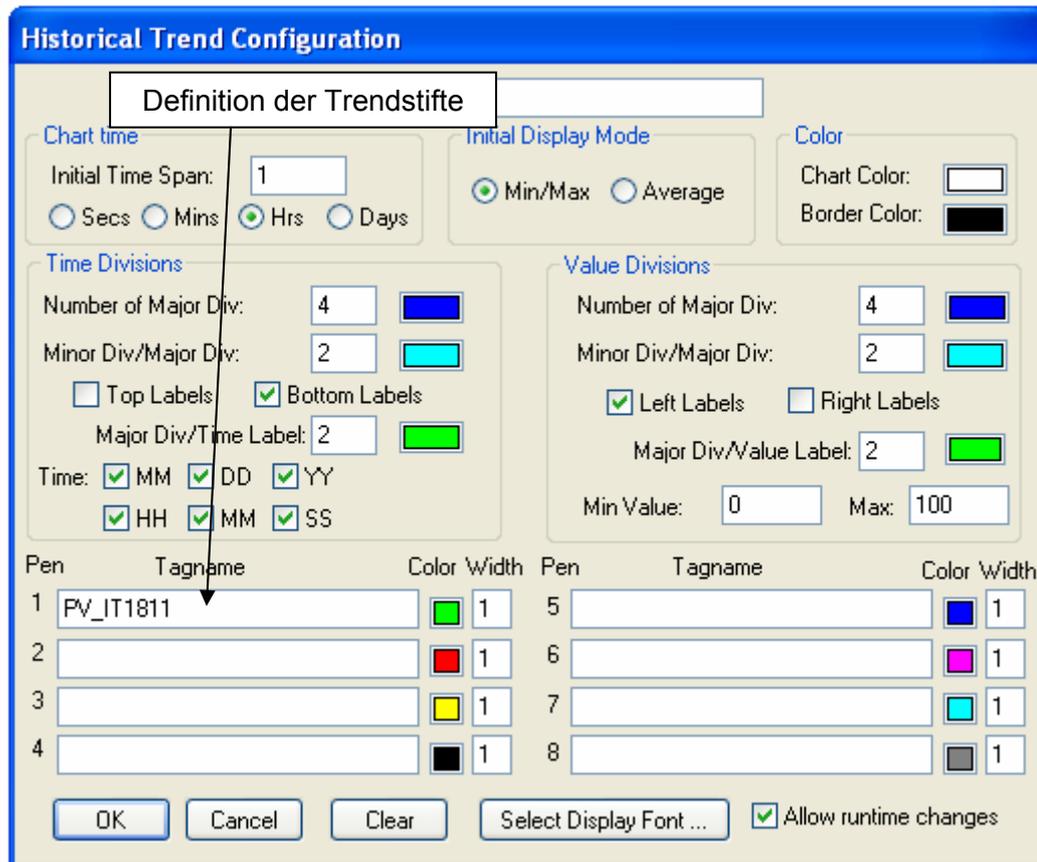


Abbildung 4.13: Definieren der Trendstifte

5 Zielgerichtete Fehlersuche von Störungen

Die Beseitigung von Fehlern bedeutet, den Ursachen möglichst weit auf den Grund zu gehen. Mit einer zielgerichteten Fehlersuche können sich Zustände einer Anlage schnell überprüfen, Fehler diagnostizieren und beseitigen lassen. Bei einer zielgerichteten Fehlersuche von Störungen ist aus ergonomischer Sicht zu beachten, dass Gruppenaufteilungen, eine einfache und eindeutige Symbolik, Abschaltungssequenzen und Gruppenstatusanzeigen vorhanden sind. Die Visualisierung der Gipsmahanlage wurde nach den obigen Kriterien so konzipiert, dass die genannten Bedingungen über verschiedene Popup- Fenster und einer entsprechenden Meldezeile angezeigt werden, um die Fehlersuche zu vereinfachen und um Fehler, bzw. Störungen schnell zu beheben.

5.1 Startsequenz

Die Gipsmahanlage wird nach einer bestimmten Startsequenz angefahren, die wie folgt aussieht [8]:

1. Mühlengetriebe
2. Hauptventilator
3. Drehrohrkühler und Transport zum Silo
4. Filter
5. Heißgaserzeuger
6. Mühle
7. Material- Aufgabe

5.2 Abschaltungssequenzen/-szenarien

Es sind drei unterschiedliche Abschaltungssequenzen/-szenarien bei CP für die Gipsmahanlage festgelegt: Die „Normale- Abschaltung“ (*engl. normal shutdown*), die „Schnelle- Abschaltung“ (*engl. fast shutdown*) und die „Not- Abschaltung“ (*engl. emergency shutdown*) [8].

- **„Normale- Abschaltung“**

Die Gipsmahanlage ist in verschiedene Gruppen (Mühlengetriebe, Hauptventilator, Drehrohrkühler, Filter, HGG, Mühle und Material- Aufgabe) unterteilt. „Normale- Abschaltung“ bedeutet, dass die Gruppen nacheinander in umgekehrter Reihenfolge der Startsequenz abgeschaltet werden. Diese Abschaltung entsteht, z.B. durch Temperaturüberschreitungen. Die entsprechende Fehlermeldung wird in einem Pop-up-Fenster und in einer Meldezeile angezeigt. Der Neustart der Anlage erfolgt entsprechend der Startsequenz.

- **„Schnelle- Abschaltung“ (Anlagen- und Umweltschutz)**

„Schnelle- Abschaltung“ bedeutet, dass die einzelnen Gruppen sofort abgeschaltet werden. Die Gruppe Filter und Hauptventilator bleiben in Betrieb. Die schnelle Abschaltung erfolgt wenn, z.B. ein Silofüllstand überschritten wird. Es wird eine entsprechende Fehlermeldung in einem Pop-up-Fenster und in einer Meldezeile dargestellt. Der Neustart der Anlage erfolgt entsprechend der Startsequenz.

- **„Not- Abschaltung“ (Personenschutz)**

„Not- Abschaltung“ bedeutet, dass Alles ausgeschaltet wird. „Die Not- Abschaltung“ entsteht, z.B. durch die Betätigung eines Not- Aus- Schalters. Hier wird auch wieder eine entsprechende Fehlermeldung in einem Pop-up-Fenster und in einer Meldezeile dargestellt. Um die Anlage wieder in Betrieb zu nehmen ist es erforderlich eine Vorort- Kontrolle durchzuführen.

Durch die Abfahrsequenzen, bzw. -szenarien kann der Anlagenbediener anhand von Anzeigen in den jeweiligen Pop-up-Fenster und in einer Meldezeile erkennen, wo Fehler mit welchen Auswirkungen aufgetreten sind. Mit diesen Abschaltungsbedingungen kann der Bediener die Fehler schnell eingrenzen und entsprechend beheben.

5.3 Gruppenstatusanzeigen

Um eine Gruppe (Mühlengetriebe, Hauptventilator, Drehrohrkühler, usw.) starten zu können, gibt es sogenannte Vorbedingungen. Diese Bedingungen müssen erfüllt sein, um die Gruppe zu starten und um die Anlage in Betrieb zu nehmen. Diese Bedingungen sind: „Startbedingungen“ (*engl. ready conditions*), „Einschaltbedingungen“ (*engl. preconditions*) und „Störung“ (*engl. malfunctions*) [8].

- **„Startbedingungen“**

„Startbedingungen“ sind der Gruppe zugeordnete Zustände. Diese Zustände werden in einem Popup- Fenster durch die detaillierte Anzeige der Gruppenstatusanzeige dargestellt. „Startbedingungen“ sind bestimmte Komponenten (z.B. Lagertemperatur) innerhalb der Gruppe (z.B. Hauptventilator), die in Ordnung sein müssen, um die jeweilige Gruppe in Betrieb zu nehmen.

- **„Einschaltbedingungen“**

„Einschaltbedingungen“ sind vor- und nachgeschaltete Prozesse, die in Ordnung sein und ggf. laufen müssen. Diese Prozesse dienen der Einhaltung von Startsequenzen und der Gruppenverriegelung. Diese Zustände werden in einem Popup- Fenster durch die detaillierte Anzeige der Gruppenstatusanzeige dargestellt.

- **„Störung“**

„Störungen“ sind der Gruppe zugeordnete Fehlerzustände. Diese „Störungen“ werden in einem entsprechendem Popup- Fenster durch die detaillierte Anzeige der Gruppenstatusanzeige dargestellt. Wenn eine „Störung“ vorhanden ist, kann die entsprechende Gruppe nicht gestartet werden. „Störungen“ können Temperaturüberschreitungen sein.

Durch diese Gruppenstatusanzeige kann der Bediener eine zielgerichtete Fehlersuche durchführen.

6 Anlagensimulation vor der Inbetriebnahme

Simulierte Abläufe in Anlagen und Prozessen zeigen dem Anlagenbediener, das Verhalten der Anlage bei unterschiedlichen Prozesszuständen. Durch eine Anlagensimulation im Vorwege ist es einfach Fehler in der Programmierung zu lokalisieren und zu beheben, als vor Ort bei der Inbetriebnahme. Mit Simulationen ist es möglich, die Prozessabläufe und das Zusammenspiel der Sequenzen zu prüfen. Es ist zwar anfangs zeitaufwändiger, aufgrund der notwendigen Testsoftware, aber dadurch werden verschiedene Dinge, wie z.B. richtiger Ablauf der Startsequenzen oder die richtige Farbdarstellungen der Anzeigen getestet. Die Anlagensimulation ist insbesondere für größere Anlagen sinnvoll, da unnötige Zeit für die Fehlersuche bei der Inbetriebnahme eingespart wird. Dadurch kann auf zusätzliches Personal (2. Programmier) vor Ort verzichtet werden.

Die Vorteile von Anlagensimulationen vor der Inbetriebnahme sind deshalb:

- Zeitersparnisse bei der Fehlersuche innerhalb des Projekts bei der Inbetriebnahme
- Kostenersparnisse
- Rechtzeitige Erkennung von Programmierfehler
- Fehler können schon in der Simulation gefunden und behoben werden
- „Schnellere“ Inbetriebnahme

Der Nachteil bei der Anlagensimulation vor der Inbetriebnahme ist:

- Anfangs zeitaufwändiger, wegen einer zusätzlichen Testsoftware

Die Anlagensimulation vor der Inbetriebnahme ist sinnvoll bei größeren Anlagen, da die positiven Punkte bei einer Simulation überwiegen. Es ist zwar am Anfang zeitaufwändiger, aber die dafür verbrauchte Zeit spart man zum Großteil bei der Inbetriebnahme wieder ein.

7 Anlagenvisualisierung

Die Anlagenvisualisierung ist mit dem HMI- System Wonderware InTouch realisiert. In den nächsten Kapiteln ist der Systemaufbau der Bedienstationen, die Datenarchivierung und die allgemeine Bedienung der Gipsmahlanlage aus der Sicht des Bedienpersonals beschrieben. Die Visualisierung der Gipsmahlanlage ist nach dem R+I Fließbild (siehe Anhang A.2) erstellt.

7.1 Systemaufbau

Die Bedienung der Gipsmahlanlage erfolgt über zwei Bedienstationen. Die Bedienstationen der Gipsmahlanlage sind so realisiert, dass sobald ein Rechner ausfällt, der andere Rechner die Funktionen automatisch übernimmt. Diese Methode ermöglicht einen redundanten Betrieb, dass heißt die Bedienstationen werden parallel betrieben und erhöhen dadurch die Verfügbarkeit. Die Verfügbarkeit eines technischen Systems ist das Verhältnis aus der Zeit bis zu einem Fehler (MTTF) und der Summe von der mittleren Reparaturzeit (MTTR) plus der Zeit bis zu einem Fehler (MTTF). Diese Summe wird auch als MTBF genannt [11].

$$V = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} = \frac{MTTF}{MTBF} \quad (\text{Gl. 7.1})$$

Zum Vergleich ist einmal die Verfügbarkeit zwischen einer einzelnen Station und einer parallelen Station ermittelt worden (siehe Abbildung 7.1).

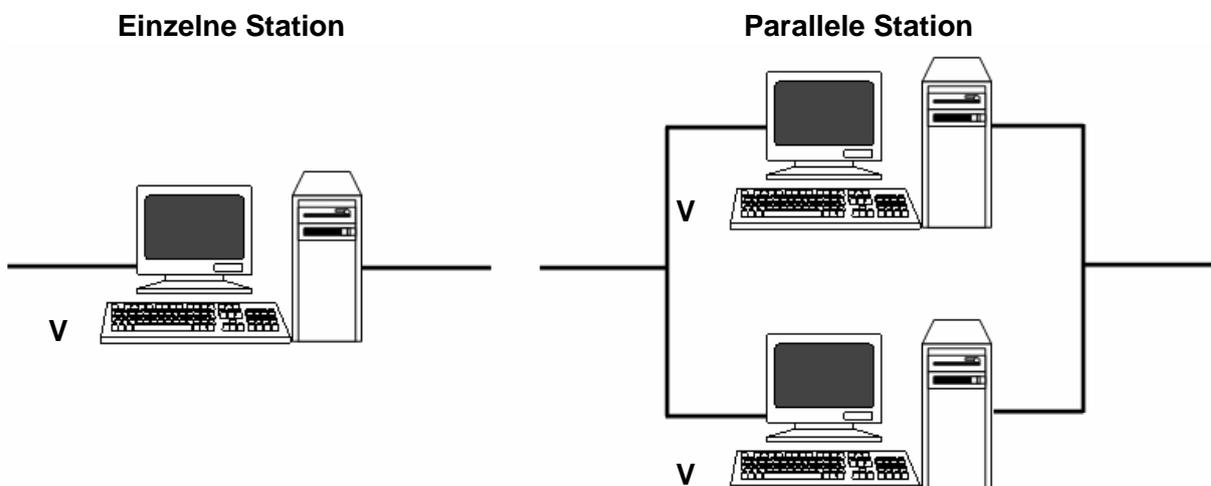


Abbildung 7.1: Darstellung von unterschiedlichen Bedienstationen (Einzel/Parallel)

Durch folgende Formel kann die Parallele Verfügbarkeit V_{ges} aus der Abbildung 7.1 berechnet werden:

$$V_{\text{ges.}} = V + V - V^2 \quad (\text{Gl. 7.2})$$

Nimmt man an, dass eine Bedienstation eine Verfügbarkeit von $V = 90 \%$ besitzt und setzt diesen Wert in die Gleichung 7.2 ein, kommt man zu folgendem Ergebnis bei parallelen Bedienstationen:

$$V_{\text{ges.}} = 0,90 + 0,90 - 0,90^2 = 0,99 = \underline{\underline{99 \%}} \quad (\text{Gl. 7.3})$$

Beim Vergleich zwischen dem Ergebnis von einer Station ($V_{\text{ges.}} = 90 \%$) und dem Ergebnis von den Parallelen Stationen ($V_{\text{ges.}} = 99 \%$) kommt man zu folgendem Ergebnis, dass sich die Gesamtverfügbarkeit um 9 % zu einer Einzelstation bei einer Annahme von $V = 90 \%$ erhöht. Dieses erhöht die Verfügbarkeit und erspart Kosten bei einem Ausfall einer Bedienstation, da ein nahtloses Umschalten möglich ist. Außerdem ist diese Redundanz sicherer, da eine Prozessstörung bei nur einer einzelnen Station fatale Folgen (Umweltgefährdung, Personengefährdung oder Wirtschaftliche Folgen → Anlagenausfall → Finanzausfall) hätte. Aus wirtschaftlichen Gründen wurde deswegen ein höherwertiges System eingesetzt.

Da für die Realisierung ein InTouch System verwendet wird (siehe Kapitel 3) und InTouch mit zwei Rechnern die historischen Trendarchive bei einem Rechnerausfall nicht abgleichen kann, wird ein dritter Rechner verwendet. Dieser dritte Rechner, der sogenannte Historian-Server speichert, bzw. archiviert die Trend- Daten/Kurven eines historischen Trends. Beide InTouch- Bedienstationen beziehen ihre historischen Trend- Daten/Kurven von diesem Server. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass beide Bedienstationen immer über gleiche Trend- Daten/Kurven verfügen. Parallel dazu speichern die beiden InTouch- Bedienstationen diese Daten auf Ihrer eigenen Festplatte. Ohne Verwendung des Historian- Servers würde es zu einer Lücke für die Ausfalldauer der Bedienstation bei der Anzeige von historischen Trends kommen. Die Alarm- Archive werden auf der Festplatte der jeweiligen Bedienstation gespeichert und untereinander abgeglichen.

Der Aufbau dieser Realisierung sieht folgendermaßen aus und ist in Abbildung 7.2 allgemein dargestellt:

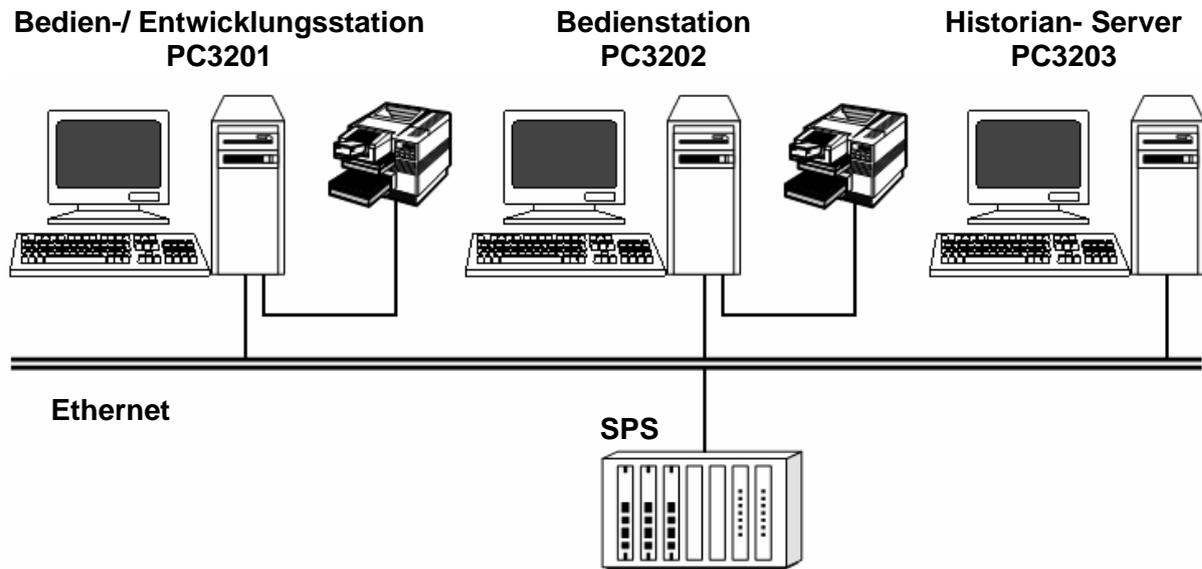


Abbildung 7.2: Allgemeine Darstellung der Bedienstationen in dem Projekt

Die Bedienstationen PC3201 und PC3202 werden jeweils für die Bedienung der Anlage benutzt, wobei die Station PC3201 zusätzlich als Entwicklungsstation genutzt wird. Die Station PC3203 dient ausschließlich als Historian- Server. Dieser Server holt die aktuellen Werte aus der SPS und aktualisiert dann die historischen Trendarchive. Die Rechner PC3201 und PC3202 greifen lesend auf das historische Trendarchiv des Servers zu.

Fällt nun die Bedienstation PC3201 oder die Bedienstation PC3202 aus, geschieht folgendes (siehe Abbildung 7.3):

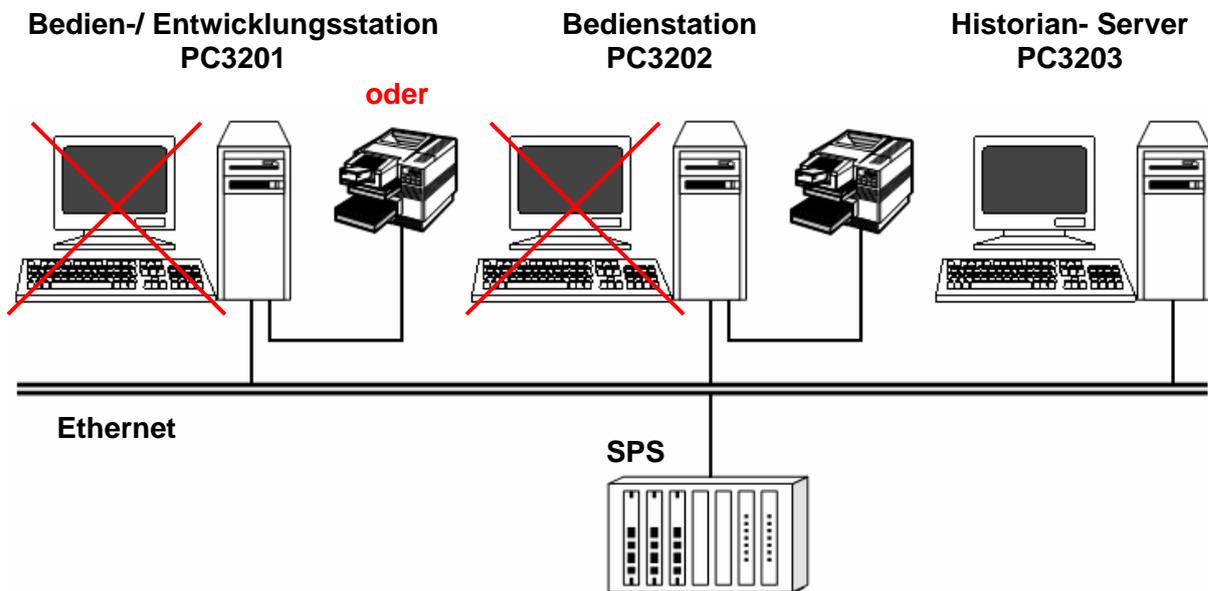


Abbildung 7.3: Ausfall der Bedienstation PC3201 oder PC3202

Es können auf den ausgefallenen Rechner keine Trenddaten mehr aktualisiert werden. Nach Wiederkehr des ausgefallenen Rechners, greift dieser wieder lesend auf den Historian-Server zu.

Fällt nun der Historian- Server PC3203 aus, geschieht folgendes (siehe Abbildung 7.4):

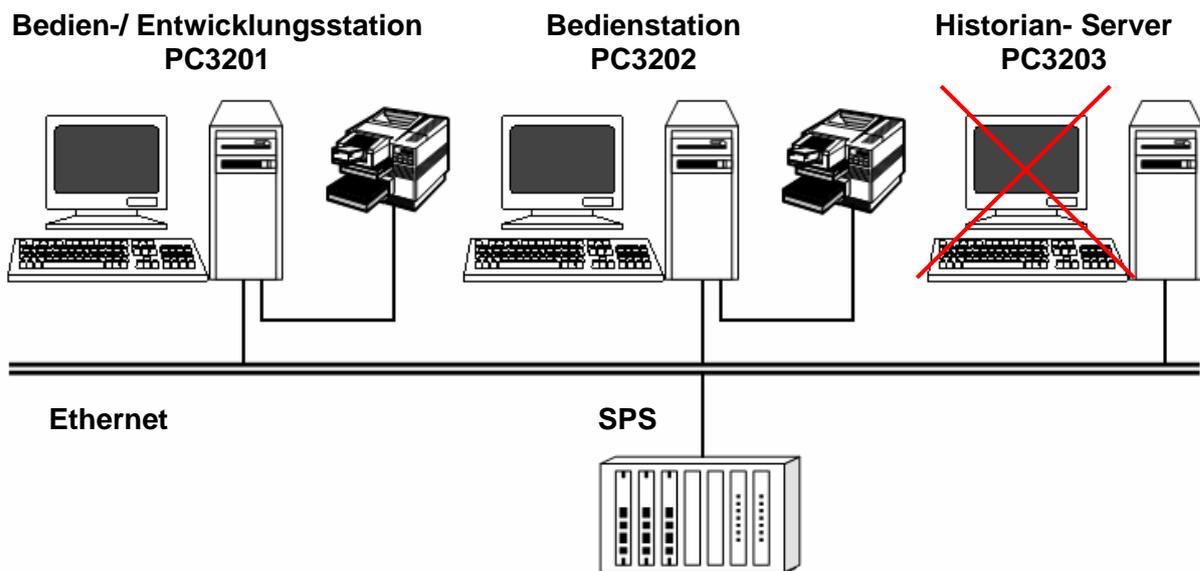


Abbildung 7.4: Ausfall der Bedienstation PC3203

Es ist keine Datenarchivierung der Trends auf den Historian- Server mehr gewährleistet. Es ist jedoch realisiert, dass man die Trends zur Laufzeit umschalten kann, dass heißt, dass die Rechner PC3201 und PC3202 den Datenbankzugriff auf den lokalen Zugriff schalten können, so dass nun die Werte aus der lokalen Datenbank angezeigt werden. Nach Wiederkehr des Historian- Servers (PC3203) kann man die Archivdateien von einem der anderen beiden Rechner (PC3201 oder PC3202) in die Datenbank des Rechners PC3203 manuell zurückübertragen, so dass die Datenbank wieder aktualisiert wird.

7.2 Umsetzung der Datenarchivierung

Die Umsetzung der Datenarchivierung sieht wie folgt aus: Auf den Historian- Server wird ein SQL- Server und die Software „Wonderware Historian“ installiert. Dieser Rechner ist ausschließlich für die Archivierung der historischen Trends zuständig. Auf den anderen beiden Rechnern wird jeweils ein SQL- Server installiert, sowie die InTouch- Entwicklungs- und Laufzeit- Applikation. Der nächste Schritt ist es, verschiedene Datenbanken für die Alarme und für die Trends anzulegen, damit eine Redundanz gewährleistet wird. Es gibt zwei verschiedene Datenbanken. Das eine ist die Alarmdatenbank (siehe Abbildung 7.5). Sie befindet sich auf den beiden Bedienstationen (PC3201 und PC3202) und die andere Datenbank ist für die historischen Trends zuständig (siehe Abbildung 7.6). Sie befindet sich auf allen drei Rechnern. Nach folgendem Prinzip funktionieren diese Datenarchivierungen:

- **Alarmdatenbank**

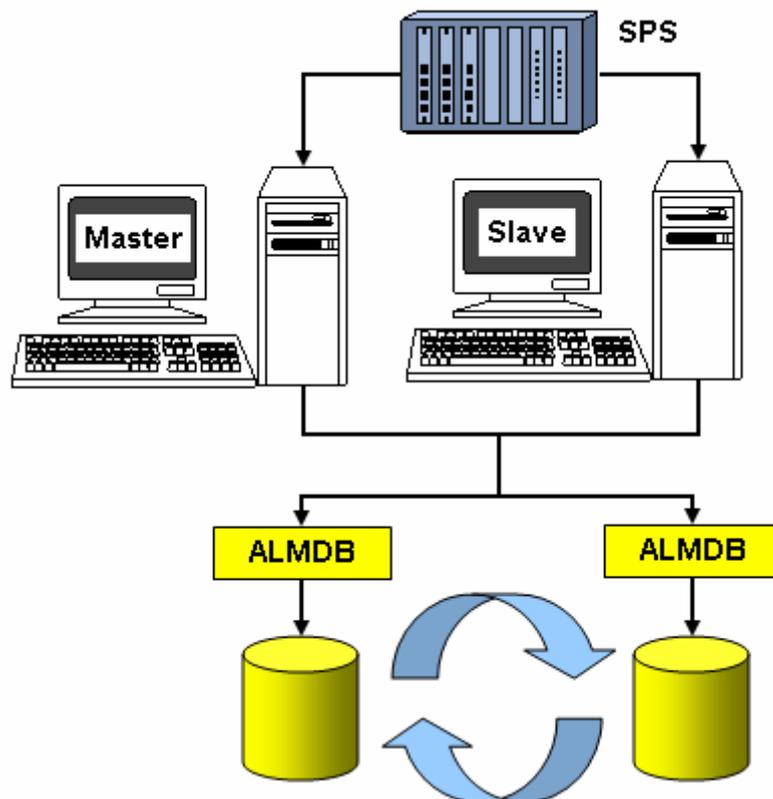


Abbildung 7.5: Alarmdatenbank

Bei der Alarmdatenbank ist eine Bedienstation der Master und die andere Bedienstation der Slave. Der Master holt sich die Daten aus der SPS und der Slave schaut auf die Daten des Masters.

Fällt nun der Master aus, holt sich der Slave die Daten aus der SPS. Beide Bedienstationen verfügen über eine Datenbank („ALMDB“), somit sind diese „redundant“ ausgelegt. Es werden beim Normalbetrieb die Alarmer in die Datenbank des Masters geschrieben und die andere Datenbank des Slaves schaut auf die Datenbank und benutzt diese Daten mit. Fällt nun der Master aus, übernimmt der Slave diese Funktion, solange bis der Master wieder vollständig wiedergekehrt ist.

- **Trenddatenbank**

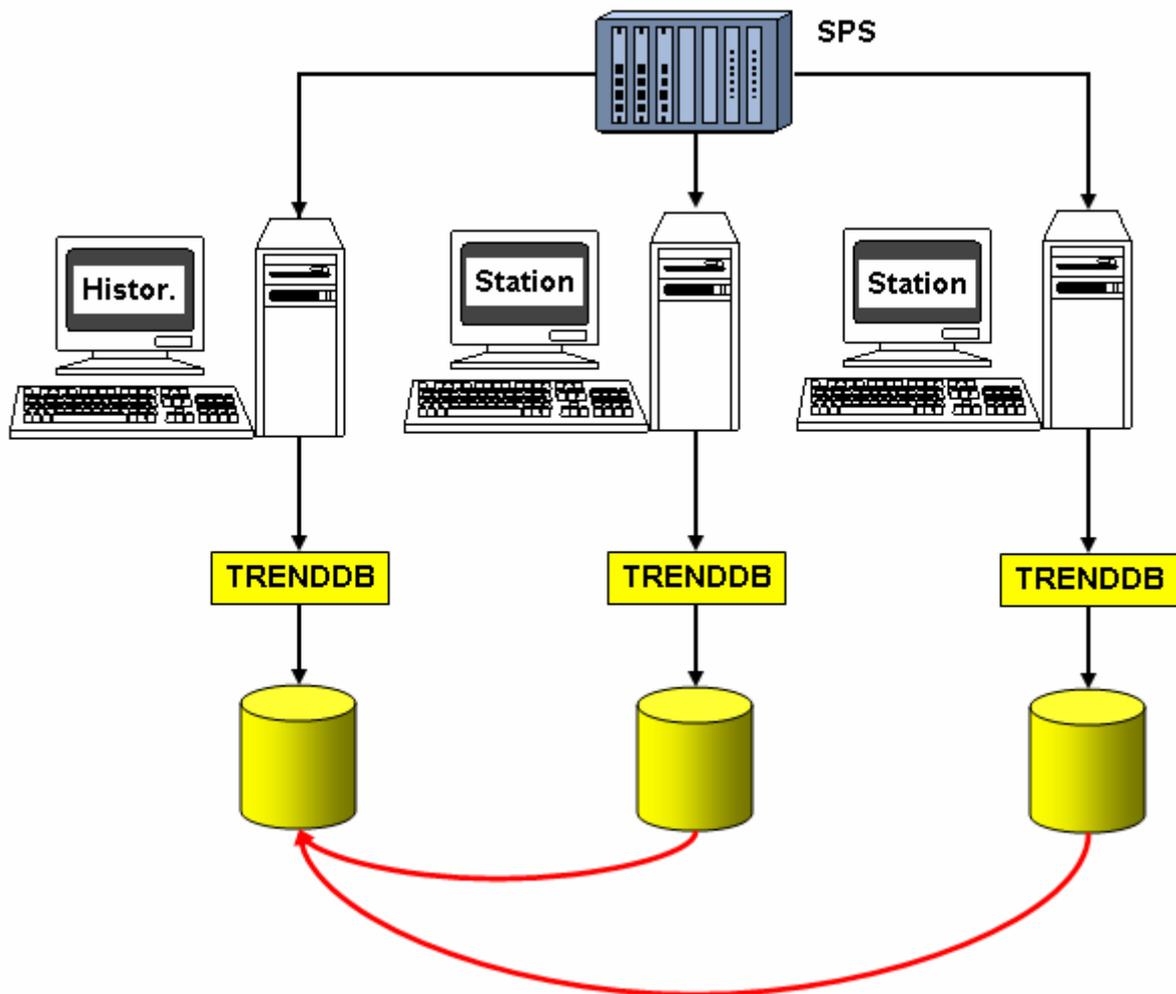


Abbildung 7.6: Trenddatenbank

Beide Bedienstationen holen sich permanent die Daten für die Trenddatenbank aus der SPS. Diese Daten werden jeweils in die eigene Datenbank („TRENDDB“) der Stationen geschrieben. Bei einem Ausfall einer Bedienstation entsteht eine Prozesslücke in der Trenddatenbank, weil die Trenddaten bei einem Ausfall nicht mehr aufgezeichnet werden.

Aus diesem Grund greifen diese Bedienstationen lesend auf die Datenbank des Historian-Servers zu.

Auch der Historian- Server holt sich permanent die Daten aus der SPS und schreibt sie in seine Datenbank („TRENDDB“). In dieser Datenbank werden die historischen Trenddaten mit ihren Variablen gespeichert und immer nach einen gewissen Zeitraum (jede Sekunde) aktualisiert. Fällt nun diese Datenbank aus, wird eine Fehlermeldung auf den Bedienstationen herausgegeben, so dass der Bediener die Trends auf lokalen Zugriff schalten kann. Kehrt der Historian- Server zurück, lesen die Datenbanken der Bedienstationen wieder aus der Datenbank des Historian- Servers.

7.3 Aufbau der Visualisierung

In diesem Kapitel ist der allgemeine Aufbau und die allgemeine Bedienung der Anlagenvisualisierung erläutert.

7.3.1 Allgemeine Anlagen Übersicht

Die Gipsmahanlage ist zur Übersicht in verschiedene Anlagenbilder aufgeteilt. Diese Anlagenbilder sind:

- Mühle (*engl. mill*)
- Heißgaserzeuger (*engl. hot gas generator*)
- Silo (*eng. silo*)

7.3.2 Kopf- und Fußzeile

Die Kopfzeile befindet sich am obersten Rand des Bildschirms (siehe Abbildung 7.7). In dieser Kopfzeile werden in einer Meldezeile die neueste, unquitierte Meldung (Alarm und Warnung) angezeigt. Neben dieser Meldezeile befindet sich die Quittiertaste „Ack“. Durch betätigen dieser Taste kann man die Meldung in der Meldezeile quittieren. Außerdem befindet sich in der Kopfzeile eine Anzeige für das aktuelle Datum und für die aktuelle Uhrzeit.

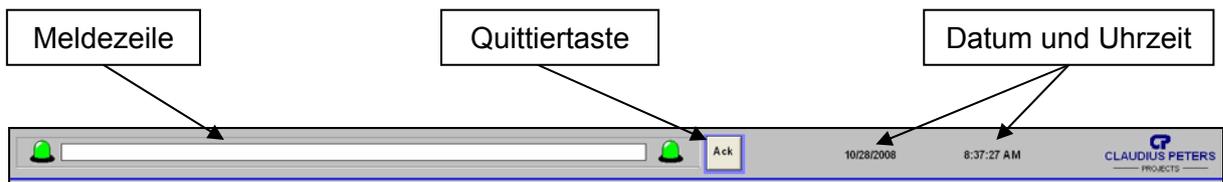


Abbildung 7.7: Kopfzeile - Anlagenvisualisierung

Die Fußzeile befindet sich am untersten Rand des Bildschirms. Folgende Tasten und Funktionen sind in der Fußzeile platziert (siehe Abbildung 7.8):

- Taste um sich an- oder abzumelden und eine Anzeige des gegenwärtigen Benutzers
- Taste für die einzelnen Anlagenbilder (Mühle, Heißgaserzeuger und Silo)
- Taste für die Trends
- Taste für eine Alarm Tabelle
- Lautsprecher an/aus für den Alarmton
- Taste für den Bildschirmausdruck
- Taste „General“ für verschiedene Auswahlmenüs, wie z.B. Symbolanzeige, System (Windows Explorer, Simatic S7, „Open Office“, „Screenshot“, InTouch beenden und eine Sprachumschaltung) oder die Not- Abschaltung

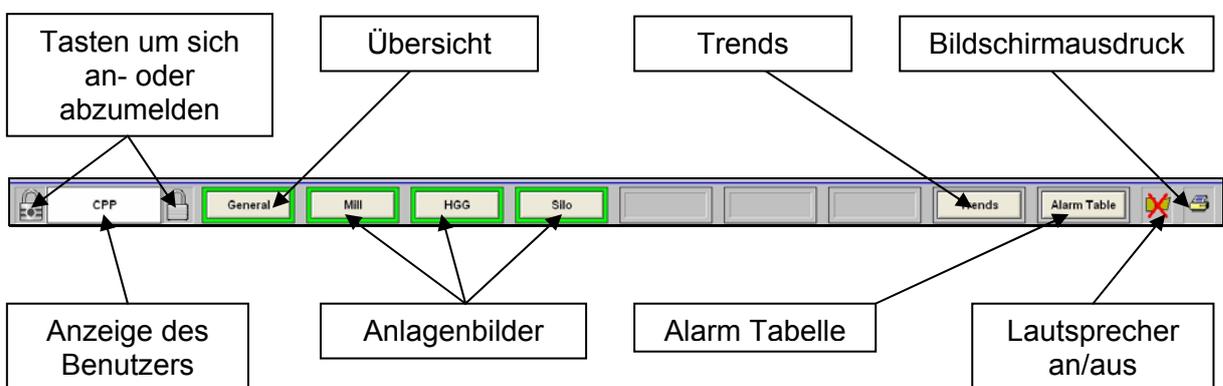


Abbildung 7.8: Fußzeile - Anlagenvisualisierung

Anmerkung: Das Fenster „General“ ist ein Popup- Fenster und beinhaltet fünf zusätzliche Anwahlen für Visualisierungsfenster. Diese sind das Startbild, das Systembild, das Symbolbild, das Elektrikbild und das Not- Abschaltungsbild.

7.3.3 Bedienebenen und Anmeldungs-/ Abmeldungs- Verfahren

In diesem Kapitel sind die einzelnen Bedienebenen dargestellt, sowie das Anmeldungs- und Abmeldungs- Verfahren. Es gibt verschiedene Bedienebenen (Zugriffsebenen):

- „None“: Nicht Passwort geschützt. Dieses Passwort ist automatisch vorgewählt, wenn keine andere Bedienebene aktiv ist.
- „Operator“: Passwort geschützt
- „User“: Passwort geschützt
- „Superuser“: Passwortgeschützt
- „Supervisor“: Passwortgeschützt

Diese Bedienebenen dienen dafür, damit unbefugtes Personal nicht irgendwelche Parameter, wie z.B. Grenzwerte für Alarme ändern kann. Das Anmelden in einem Prozess erfolgt nach folgendem Prinzip:

1. Klickt der Bediener auf das Symbol „Anmelden“ in der Fußzeile (siehe Kapitel 7.3.2) öffnet sich ein Popup- Fenster „Password“.
2. Die Bedienebene eingeben (Benutzername).
3. Passwort eingeben.
4. Die Taste „Login“ betätigen.
5. Der Benutzername wird daraufhin in der Fußzeile angezeigt.

In der Abbildung 7.9 ist das Popup- Fenster für die Benutzereingabe, sowie das entsprechende Prinzip dargestellt.

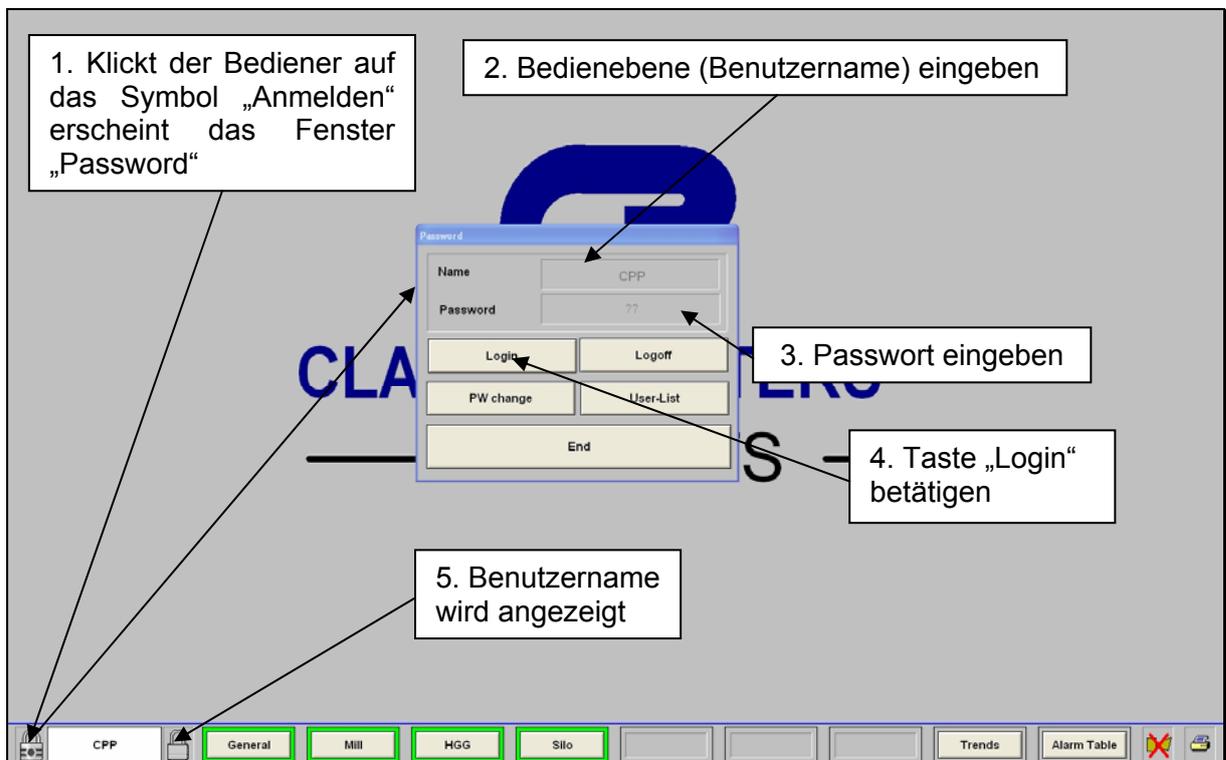


Abbildung 7.9: Anmeldungs-/Abmeldungs- Verfahren - Anlagenvisualisierung

Der Bediener kann sich jederzeit abmelden. Hierfür klickt der Bediener auf die Taste „Logoff“ in dem Popup- Fenster (Abbildung 7.9). Nach der Betätigung der Taste wird der Bediener aus dem Projekt abgemeldet und der Benutzername wird aus der Anzeige entfernt.

7.3.4 Allgemeine Farbdarstellungen

In diesem Kapitel sind in den Abbildungen 7.10, 7.11, 7.12 und 7.13 die Farbdarstellungen, bzw. Farbumschläge mit ihren Bedeutungen von den Statusanzeigen, Prozesssignalen und den Symbolen dargestellt.

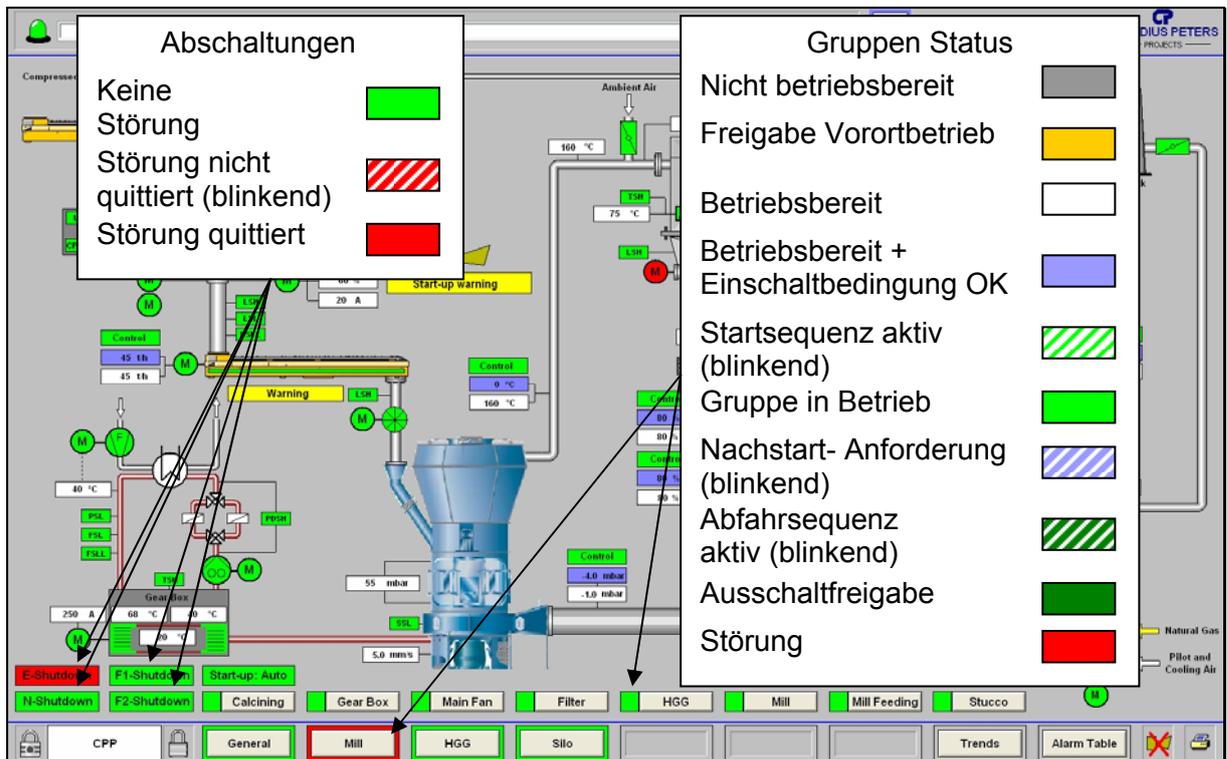


Abbildung 7.10: Farbdarstellungen (1) - Anlagenvisualisierung

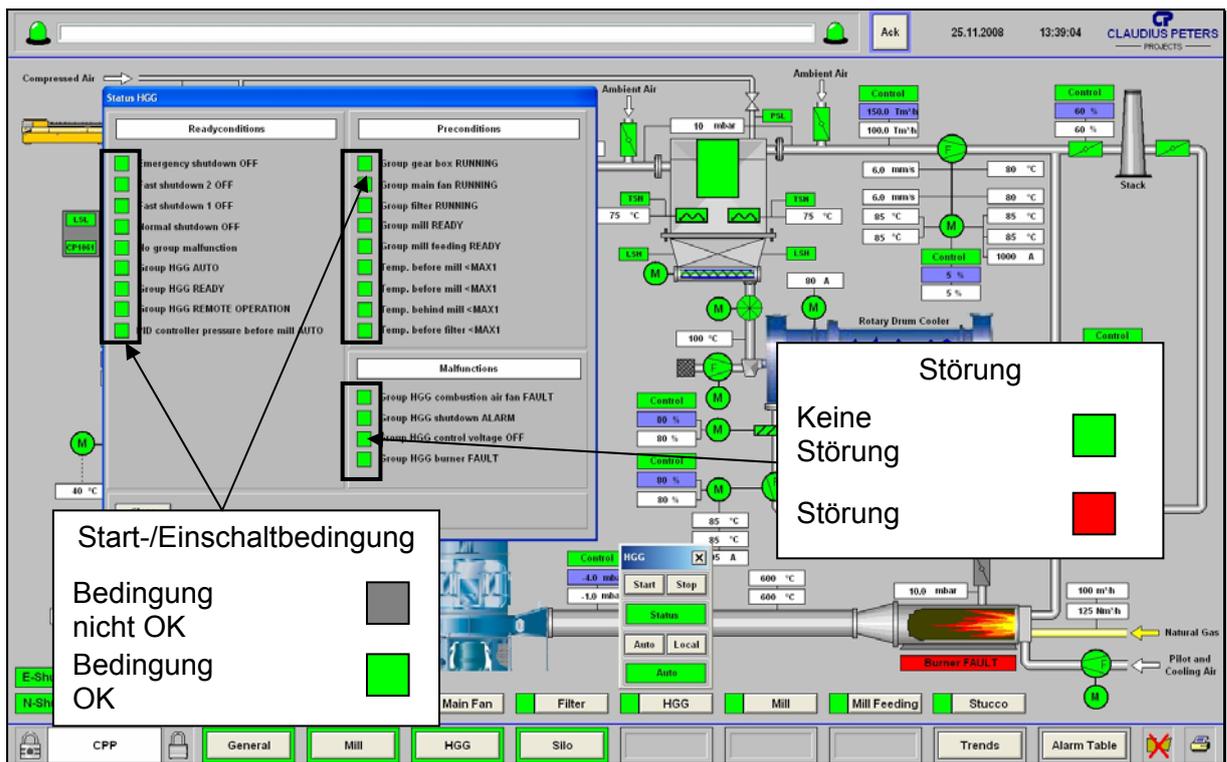


Abbildung 7.13: Farbdarstellungen (4) - Anlagenvisualisierung

7.3.5 Allgemeine Zustände

Die Visualisierung der Gipsmahlanlage ist mit verschiedenen Gruppenstatusbedingungen („Startbedingung“, „Einschaltbedingung“ und „Störung“) und Abschaltsequenzen („Normale-Abschaltung“, „Schnelle- Abschaltung“ und „Not- Abschaltung“) konzipiert, um die Bedienung einfach zu gestalten. Um die einzelnen Zustände anzuzeigen geht man nach folgendem Prinzip vor (siehe Abbildung 7.14):

1. Um die einzelnen Statusbedingungen einer Gruppe anzuzeigen, betätigt der Bediener, die Anzeige neben der einzelnen Gruppe.
2. Um einen Sollwert einzustellen, klickt der Bediener auf die analoge Prozesswertanzeige (siehe Kapitel 7.3.6).
3. Um die einzelnen Abschaltungsbedingungen anzuzeigen, klickt der Bediener auf die Anzeige mit den Abschaltungsszenarien.

4. Um Regelkreise zu optimieren, betätigt der Bediener das Anzeigefeld „Control“ (siehe Kapitel 7.3.9).

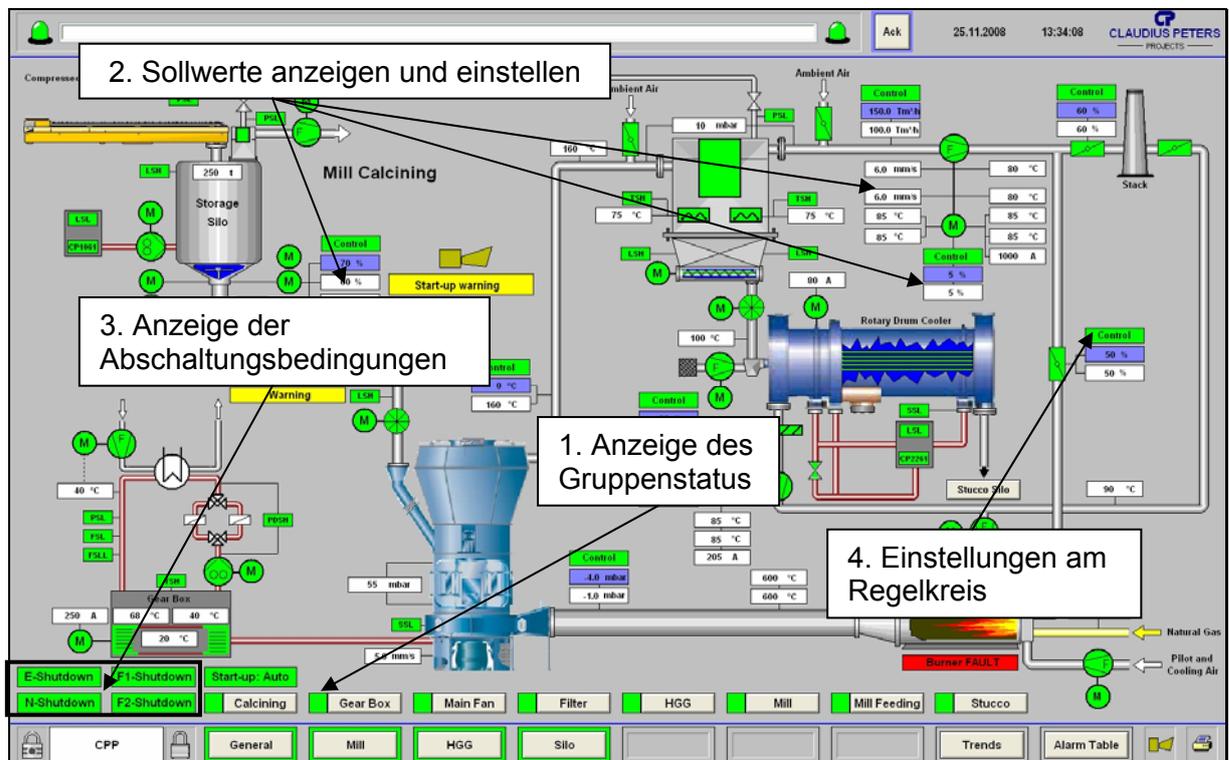
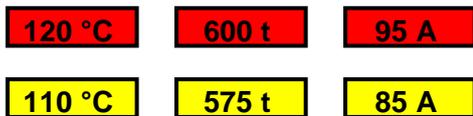


Abbildung 7.14: Einzelne Zustände - Anlagenvisualisierung

7.3.6 Sollwerte

Sollwerte (*engl. setpoints*) sind Grenzwerte, Parameter oder Prozesssollwerte. Mit den Sollwerten für Grenzwerte kann der Bediener bestimmte Alarmgrenzen einstellen. Sollwertvorgaben werden durch folgende Anzeigen dargestellt:

- Grenzwerte für Alarme werden durch rote Anzeigen und Grenzwerte für Warnungen werden durch gelbe Anzeigen dargestellt.



- Parameter werden durch weiße Anzeigen dargestellt.



- Prozesssollwerte werden durch lila Anzeigen dargestellt.



Die Eingabe eines Sollwerts erfolgt über ein „Keypad“. Wenn man einen Sollwert eingeben möchte, betätigt man diesen mit der linken Maustaste und es öffnet sich das „Keypad“. Dieses „Keypad“ hat ein Feld (oberes Feld der Anzeige), welches die Bedeutung des ausgewählten Sollwertes anzeigt, sowie die Felder aktueller Wert, Mindestwert und Maximalwert (siehe Abbildung 7.15).

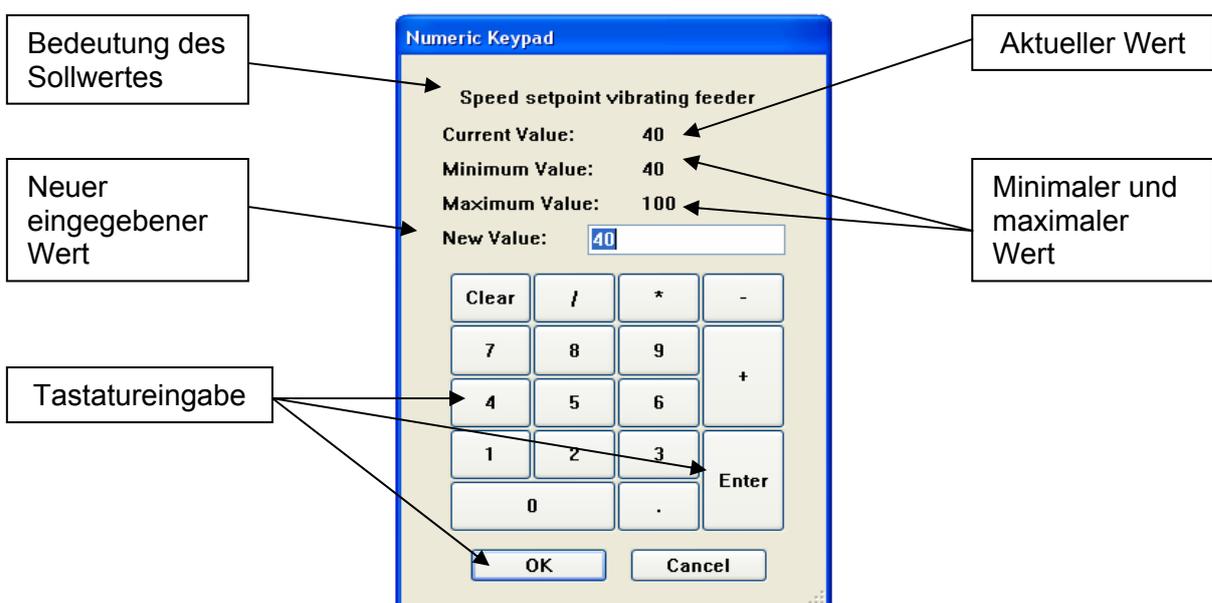


Abbildung 7.15: „Keypad“ - Anlagenvisualisierung

Um einen Sollwert anzuzeigen und einzustellen geht der Bediener nach folgendem Prinzip vor (siehe Abbildung 7.16):

1. Um die jeweiligen Sollwerte anzeigen zu lassen, klickt man auf den entsprechenden analogen Prozesswert. Darauf öffnet sich ein Popup-Fenster.
2. Um dann den Alarm- Sollwert oder die jeweiligen Parameter einzustellen, klickt man auf den Sollwert, den der Bediener einstellen möchte.

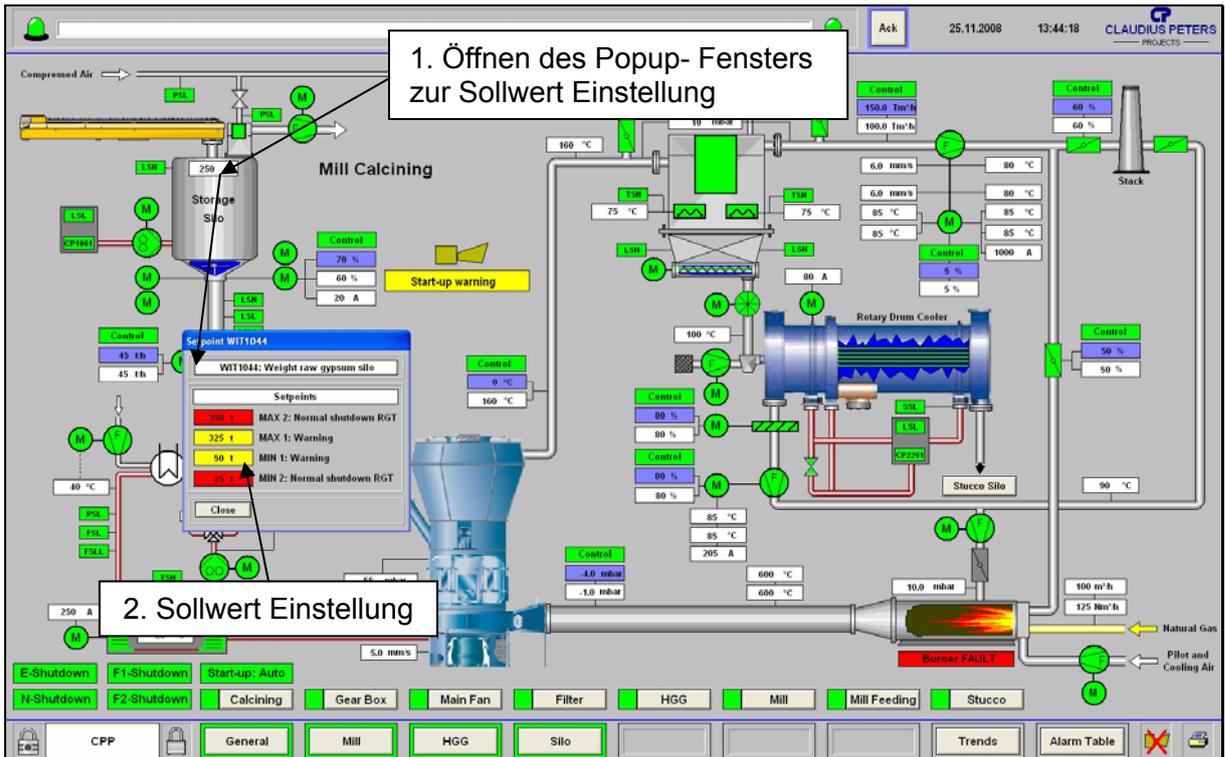


Abbildung 7.16: Sollwert Eingabe - Anlagenvisualisierung

7.3.7 Anlagenbilder

Die Gipsmahanlage ist in verschiedene Anlagenbilder unterteilt. In diesem Kapitel sind diese Visualisierungsbilder erläutert und grafisch dargestellt.

- **Startbild**

Abbildung 7.17 zeigt das Startbild. Dieses Bild dient als Startbild und wird als allererstes in der Visualisierung beim Öffnen des Projekts angezeigt.



Abbildung 7.17: Startbild - Anlagenvisualisierung

- **Menü „General“**

In dem Menü „General“ (siehe Abbildung 7.18) hat der Bediener die Möglichkeit verschiedene Visualisierungsbereiche anzuzeigen. Diese sind das Startbild („Home“), System („System“), Symbolbild („Symbols“), Elektrikbild („Electrical plant“), sowie das Not-Abschaltungsbild („E-Stop“). Klickt der Bediener auf die Taste „System“ wird ein weiteres Popup-Fenster geöffnet. Folgende Funktionen stehen dem Bediener in diesem Fenster zur Verfügung:

- Simatic S7
- Windows Explorer
- InTouch Projekt schließen
- „Open Office“
- „Screenshot“ Funktion
- Sprachumschaltung (Englisch ↔ Italienisch)

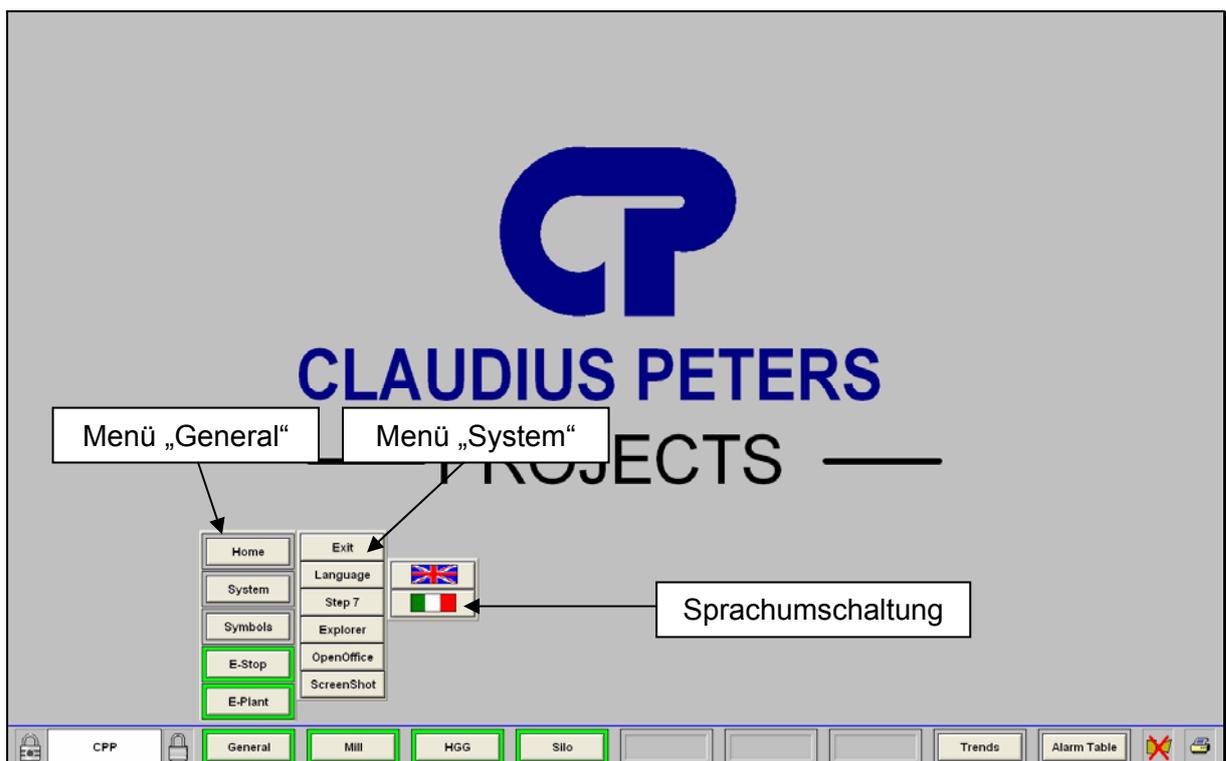


Abbildung 7.18: Systembild - Anlagenvisualisierung

- **Symbolbild**

Nach der Betätigung der Taste „Symbols“ im Popup- Fenster „General“ öffnet sich das Bild mit der einzelnen Symboldarstellung (siehe Abbildung 7.19). Das Bild „Symbols“ wird benutzt, um die Erklärung und die Symbolfarben von verschiedenen Komponenten (Antriebe, Ventile, analoge und digitale Signale, Gruppen Zustände, usw.) darzustellen.

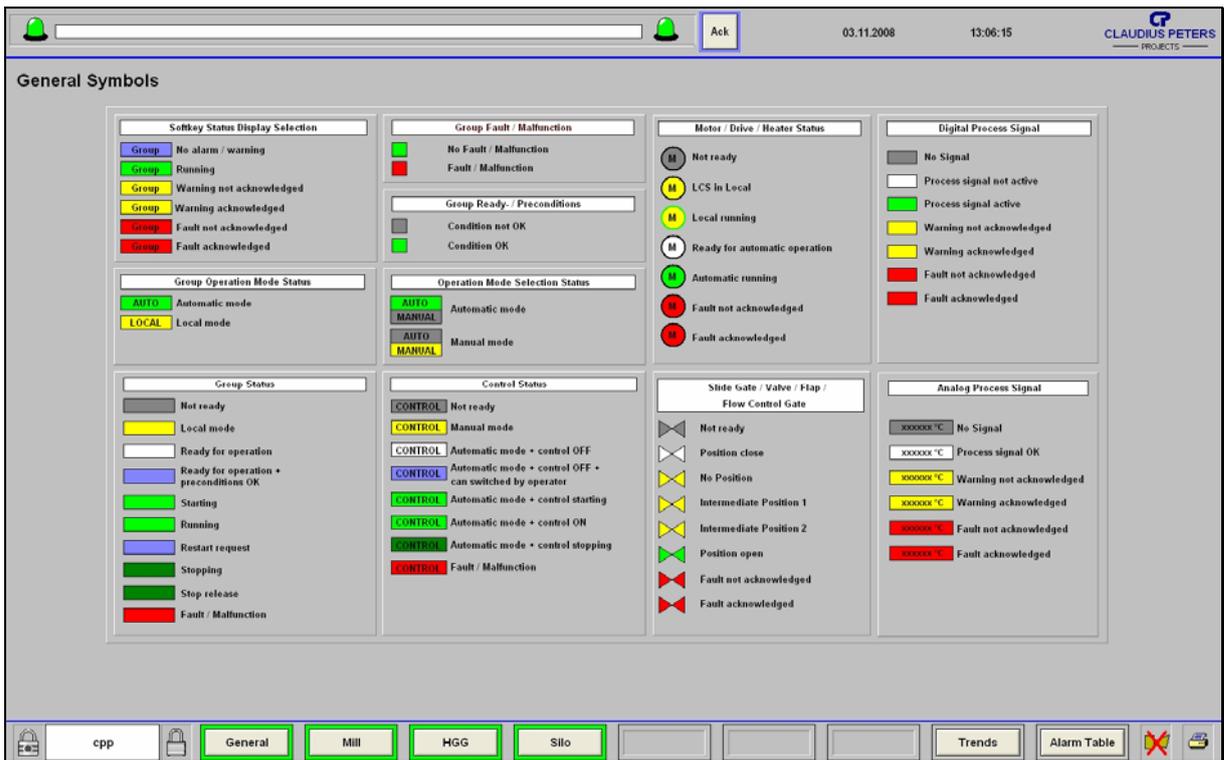


Abbildung 7.19: Symbolbild - Anlagenvisualisierung

- **Elektrikbild**

Nach der Betätigung der Taste „Electrical Plant“ im Popup- Fenster „General“ öffnet sich das Elektrikbild (siehe Abbildung 7.20). Das Bild zeigt eine Übersicht über die elektrischen Architekturen (HMI- System, SPS, usw.) in der Anlage. Bei einem Fehler ändert sich der jeweilige Zustand (Farbumschlag) der Anzeigen.

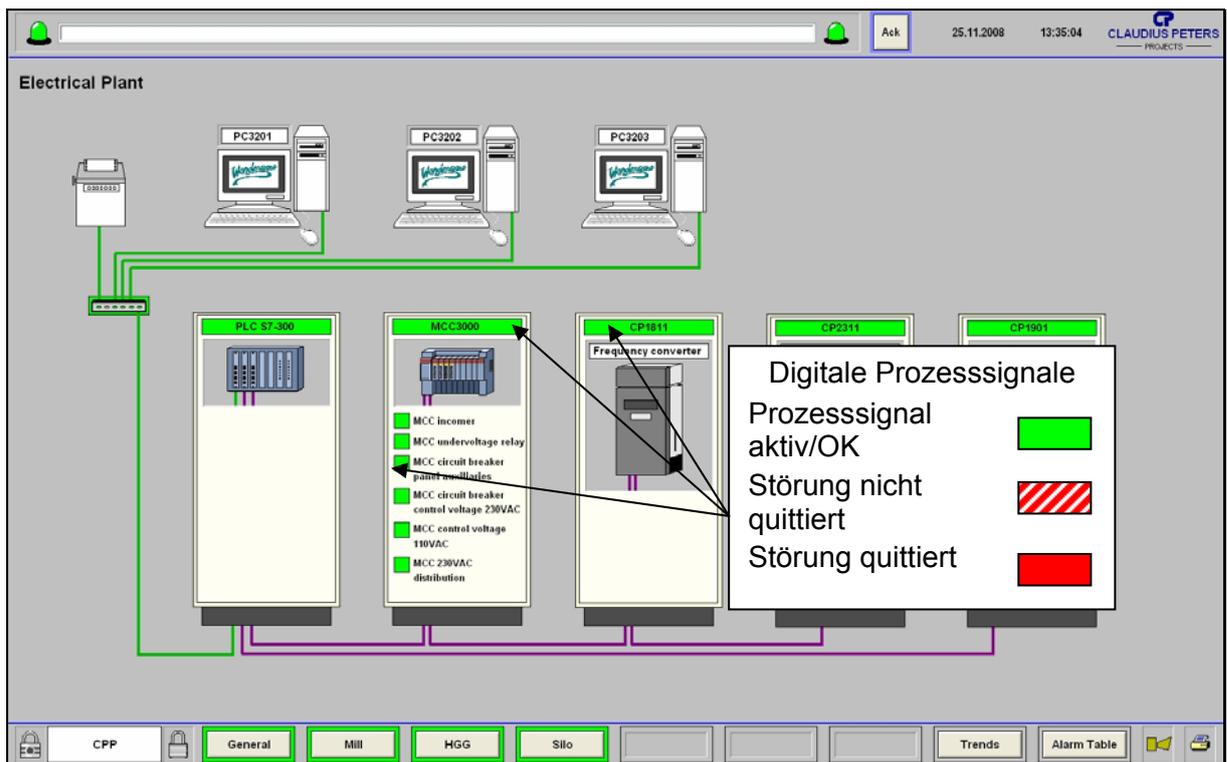


Abbildung 7.20: Elektrikbild - Anlagenvisualisierung

- **Not- Abschaltungsbild**

Nach der Betätigung der Taste „E-Stop“ im Popup- Fenster „General“ öffnet sich das Not-Abschaltungsbild (siehe Abbildung 7.21). Hier wird angezeigt, welcher Not- Aus- Schalter ausgelöst wurde.

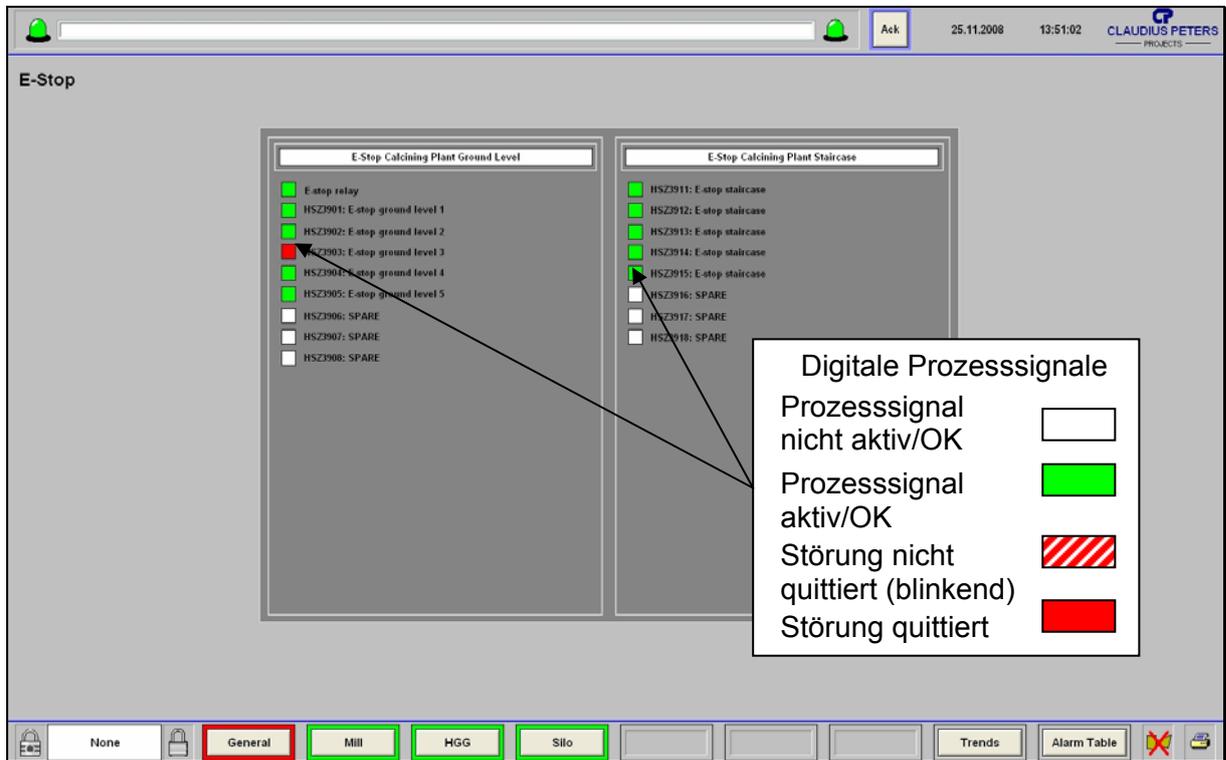


Abbildung 7.21: Not- Abschaltungsbild - Anlagenvisualisierung

- **Mühle**

Um das Anlagenbild Mühle anzeigen zu lassen, betätigt der Bediener die Taste „Mill“ in der Fußzeile. In der Abbildung 7.22 ist das Visualisierungsbild der Mühle und des Kühlers dargestellt. Es werden Antriebe, sowie digitale und analoge Prozesssignale angezeigt. Über den Bildschirm kann die Anlage ein- und ausgeschaltet werden. Der Bediener kann diesen Anlagenteil auf Automatik-, bzw. Handbetrieb schalten und es können Sollwerte für Alarme/ Warnungen eingestellt werden. Außerdem besteht hier die Möglichkeit Trends von Reglern (PID- Regler) anzuzeigen und Regler zu optimieren.

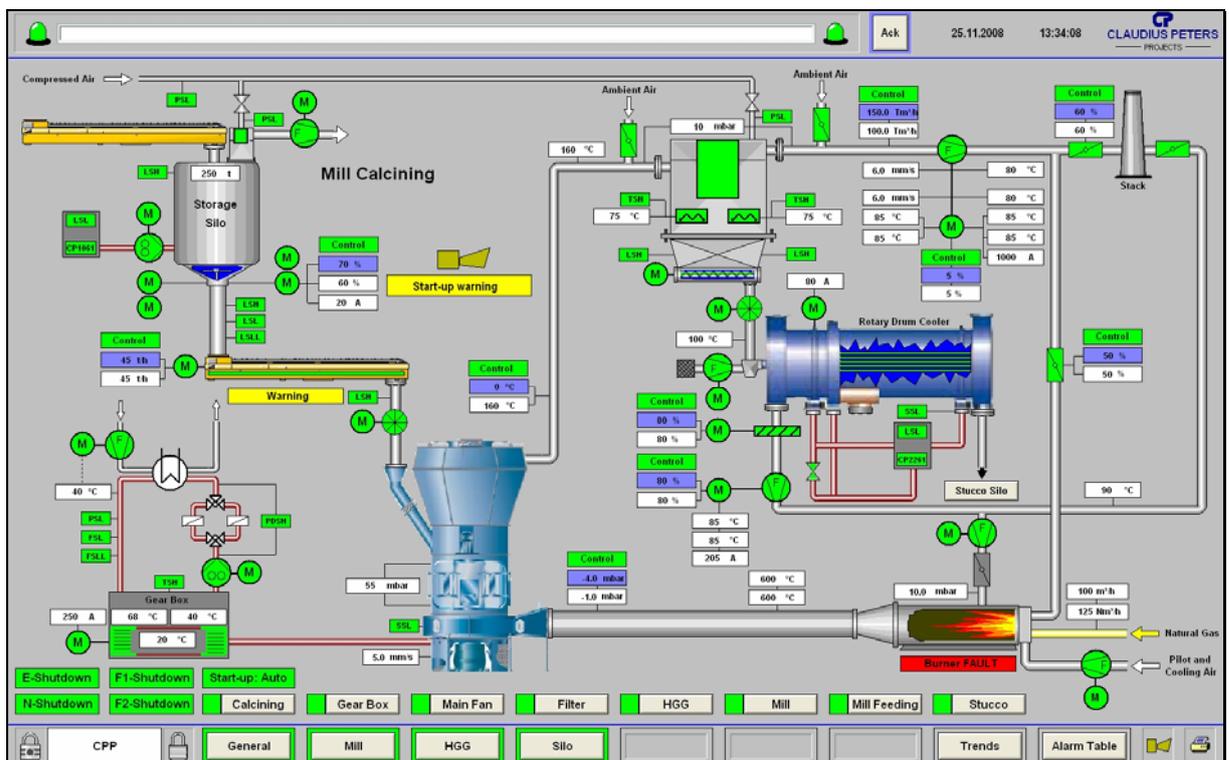


Abbildung 7.22: Mühle - Anlagenvisualisierung

- **Heißgaserzeuger**

Das Visualisierungsbild vom Heißgaserzeuger ist in der Abbildung 7.23 dargestellt. Um das Bild Heißgaserzeuger anzuzeigen, betätigt der Bediener die Taste „HGG“ in der Fußzeile. Im Anlagenbild Heißgaserzeuger wird neben dem HGG, auch die im Zusammenspiel wichtigsten Komponenten angezeigt.

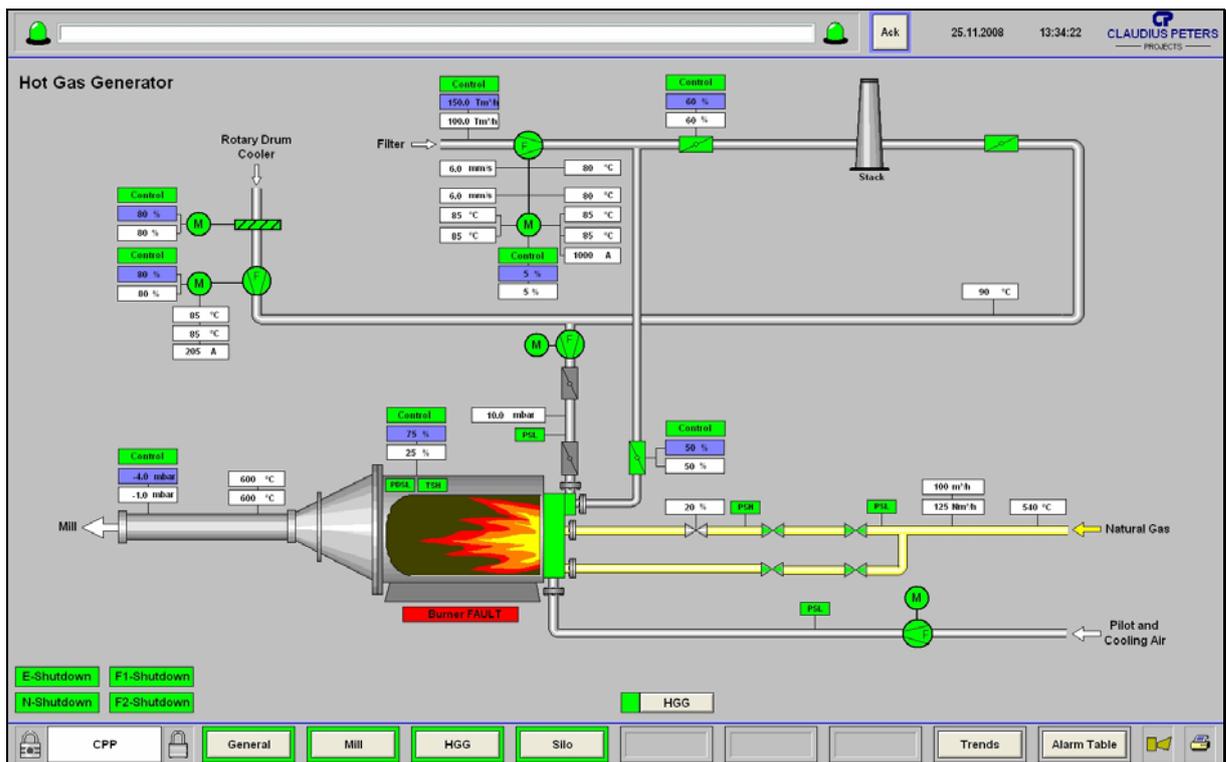


Abbildung 7.23: HGG - Anlagenvisualisierung

- **Silo**

Das Visualisierungsbild Silo ist in der Abbildung 7.24 dargestellt. Um das Bild Silo anzuzeigen, betätigt der Bediener die Taste „Silo“ in der Fußzeile. Im Anlagenbild Silo wird der Transport des Materials vom Filteraustrag bis in den Silo dargestellt.

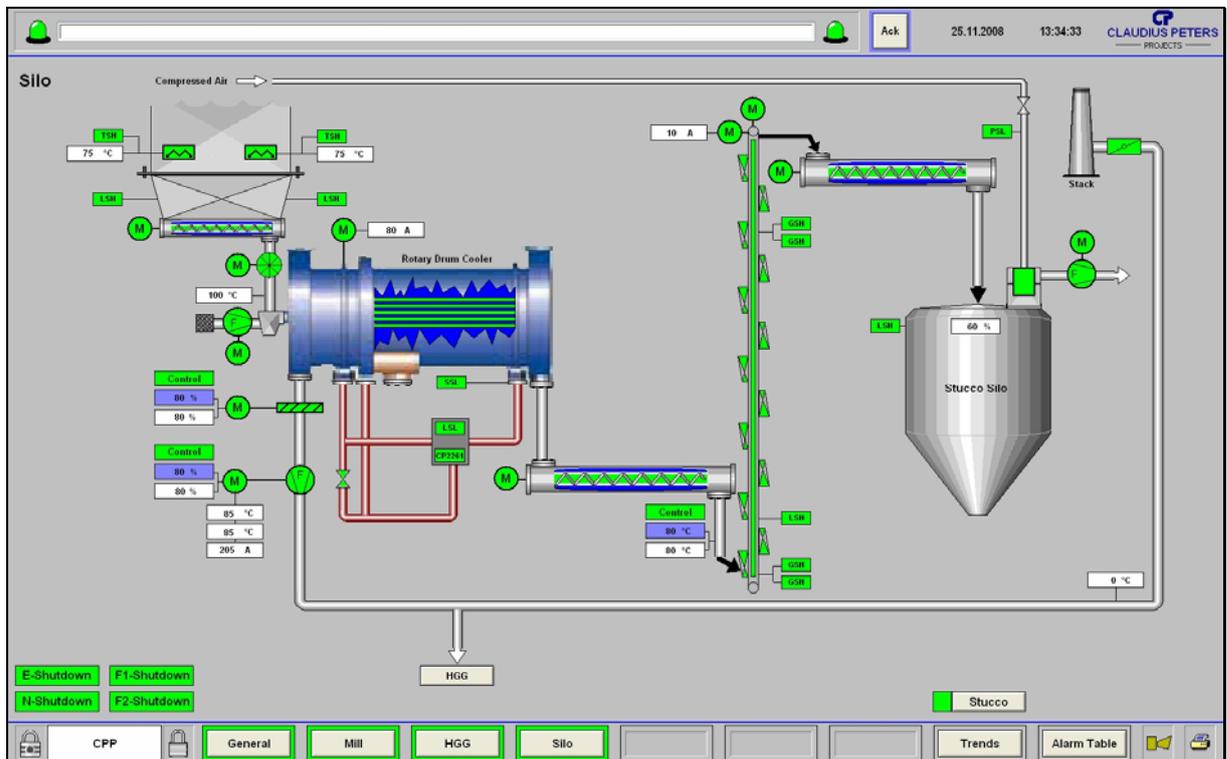


Abbildung 7.24: Silo - Anlagenvisualisierung

7.3.8 Betriebssteuerungen

Es gibt zwei Arten der Betriebssteuerungen:

1. Automatisch: Alle Gruppen werden automatisch, entsprechend der Startsequenz eingeschaltet.
2. Manuell: Alle Gruppen werden manuell durch den Bediener gestartet.

Die automatische/ manuelle Betriebssteuerungsauswahl wird nach folgendem Prinzip umgeschaltet:

Um den Anlagenteil auf Automatik-/ Manuellbetrieb zu schalten muss der Bediener die Taste „Calcining“ betätigen. Nach der Betätigung öffnet sich ein Pop-up-Fenster, wo der Anlagenbediener die Auswahl zwischen dem Automatikbetrieb oder dem Manuellbetrieb hat. Der Bediener kann die ausgewählte Betriebsart jederzeit ändern. Im manuellen Betrieb können die einzelnen Gruppen manuell ein- und ausgeschaltet werden. Im Gegensatz zum manuellen Betrieb wird der automatische Betrieb mit einer automatischen Startsequenz begonnen. Wenn dieser Vorgang unterbrochen wird (Anlagenstopp, Anlagenfehler oder Anlagenstörung), dann wird die Anlage entsprechend der umgekehrten Startreihenfolge heruntergefahren. Die Umschaltung der Betriebsart ist in der Abbildung 7.25 dargestellt.

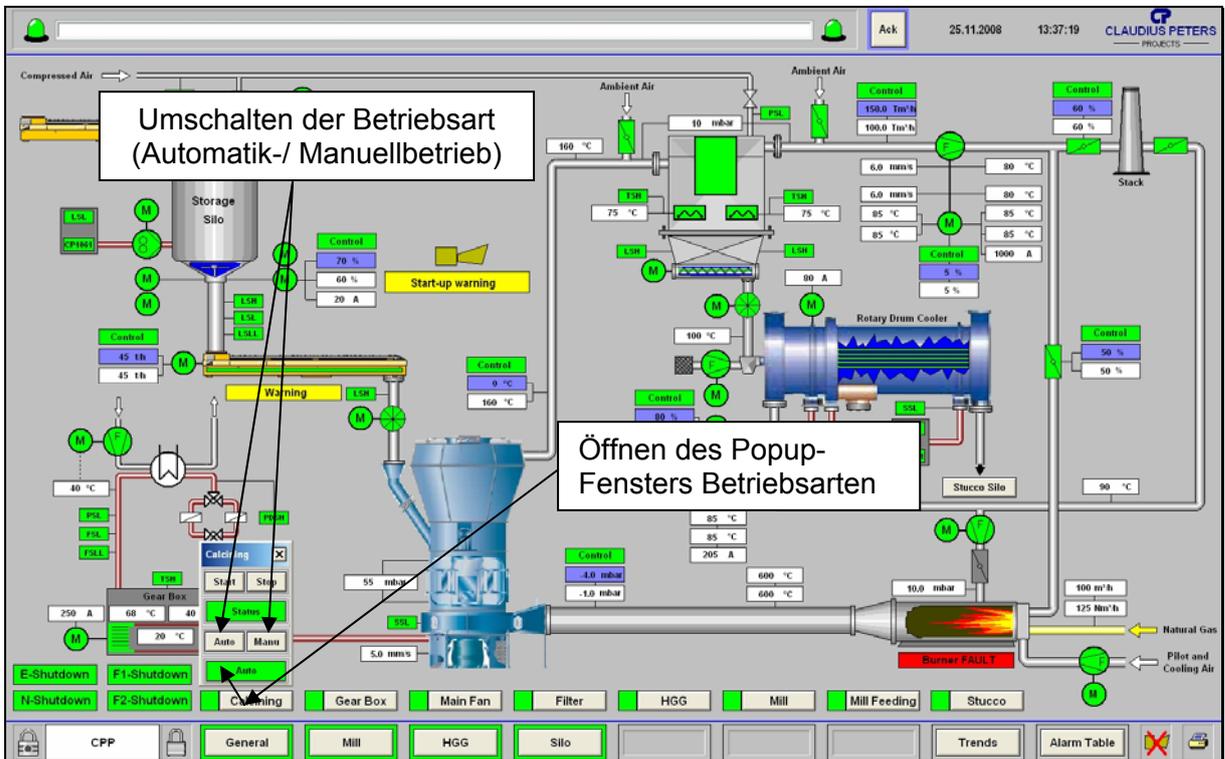


Abbildung 7.25: Betriebsarten Auswahl - Anlagenvisualisierung

Um nun im Handbetrieb (Manuellbetrieb) einzelne Gruppen ein- oder auszuschalten, betätigt der Bediener die Taste einer Gruppe über der Fußzeile. Nach der Betätigung dieser Taste öffnet sich das entsprechende Popup-Fenster. In diesem Fenster kann der Bediener die Gruppe ein- oder ausschalten, indem man auf die Taste „Start“ oder „Stop“ klickt. In der Abbildung 7.26 ist dieses Prinzip grafisch dargestellt.

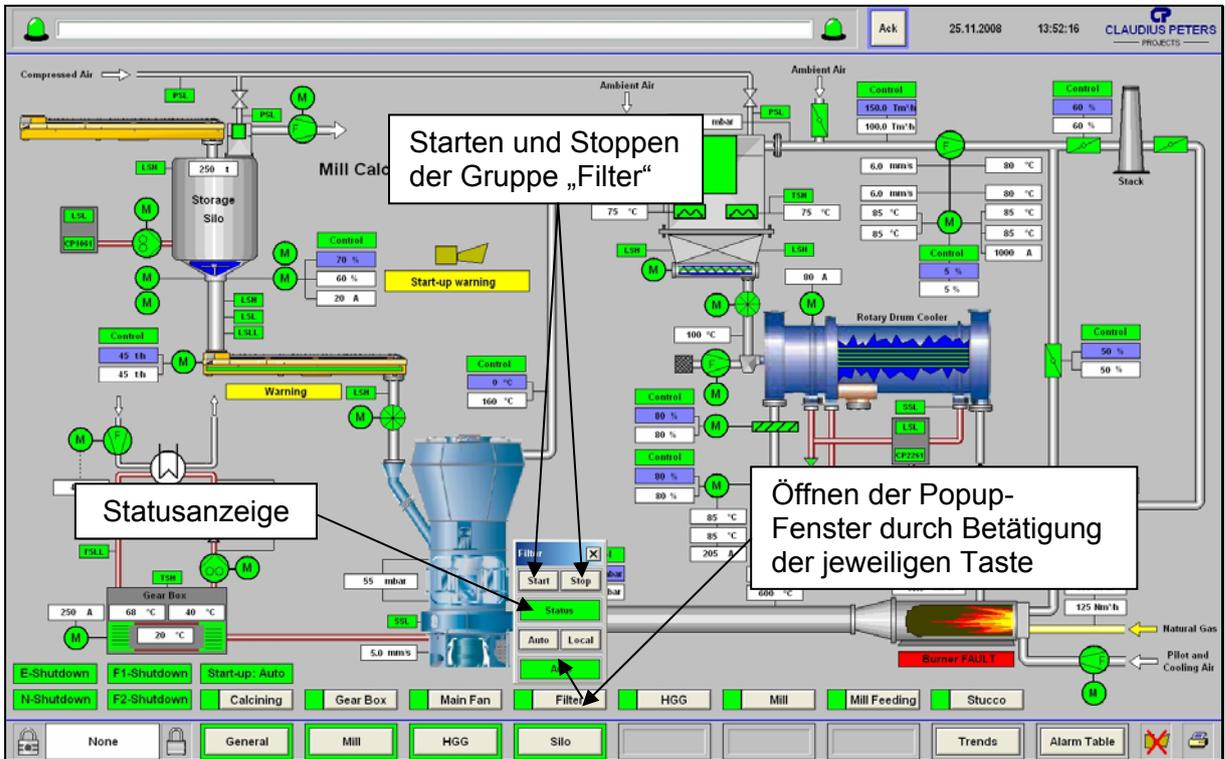


Abbildung 7.26: Starten und Stoppen von einzelnen Gruppen - Anlagenvisualisierung

7.3.9 Regelkreise

Es gibt verschiedene Regelkreise in der Anlage. Diese Regelkreise sind Druckregelungen, Temperaturregelungen und Durchflussregelungen. Anhand einer Druckregelung wird das Einstellprinzip erläutert und anschließend in der Abbildung 7.27 grafisch dargestellt.

1. Um die Parameter anzuzeigen und einzustellen, klickt der Bediener auf das Anzeigefeld „Control“.
2. Der Sollwert kann direkt geändert werden. Um den Sollwert einzustellen, betätigt man das lila Anzeigefeld.
3. Um die Betriebsart des Reglers auf Automatik- oder Handbetrieb zu schalten, klickt der Bediener mit der linken Maustaste auf die entsprechende Taste (Auto/ Manu).
4. Um den Trendverlauf des Reglers zu öffnen, klickt der Bediener auf die Taste Trend. Nach der Betätigung der Taste erscheinen die Trendanzeigewerte (Sollwert, Prozesswert, Stellgröße und Rückgabesignal vom Stellglied).
5. Um bestimmte Parameter (PID- Parameter oder Totband) einzustellen, klickt der Bediener auf das entsprechende Anzeigefeld mit dem Wert den er ändern möchte.

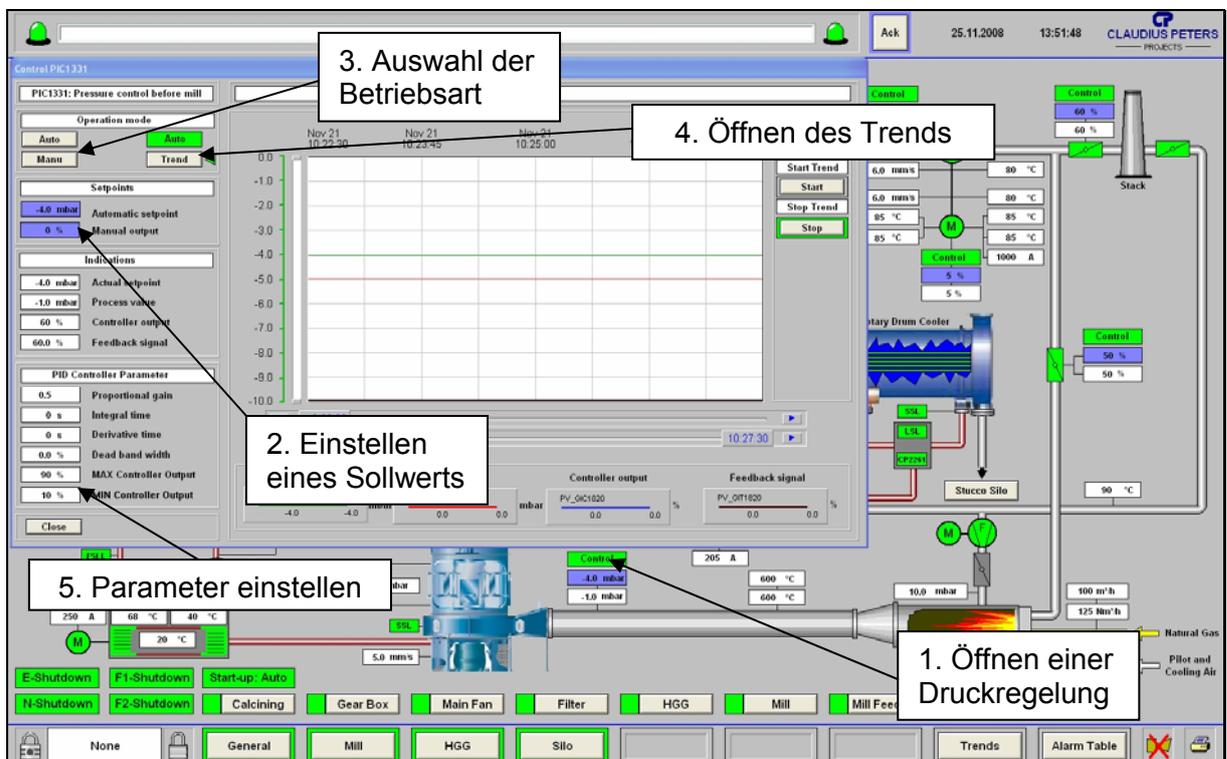


Abbildung 7.27: Regelkreise - Anlagenvisualisierung

7.3.10 Alarm Darstellung/Bedienung

Die neuesten unquittierten Alarme und Warnungen werden in einer Meldezeile angezeigt. Außerdem werden alle Meldungen in einem Alarm Verzeichnis (siehe Abbildung 7.28) abgespeichert. Um zu diesem Alarm Verzeichnis zu gelangen muss der Bediener die Taste „Alarm Table“ in der Fußzeile betätigen. Hier hat der Bediener die Möglichkeit, die aktuellen Alarme oder die historischen Alarme einzusehen. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, die anstehenden Alarme über eine Quittiertaste zu quittieren.

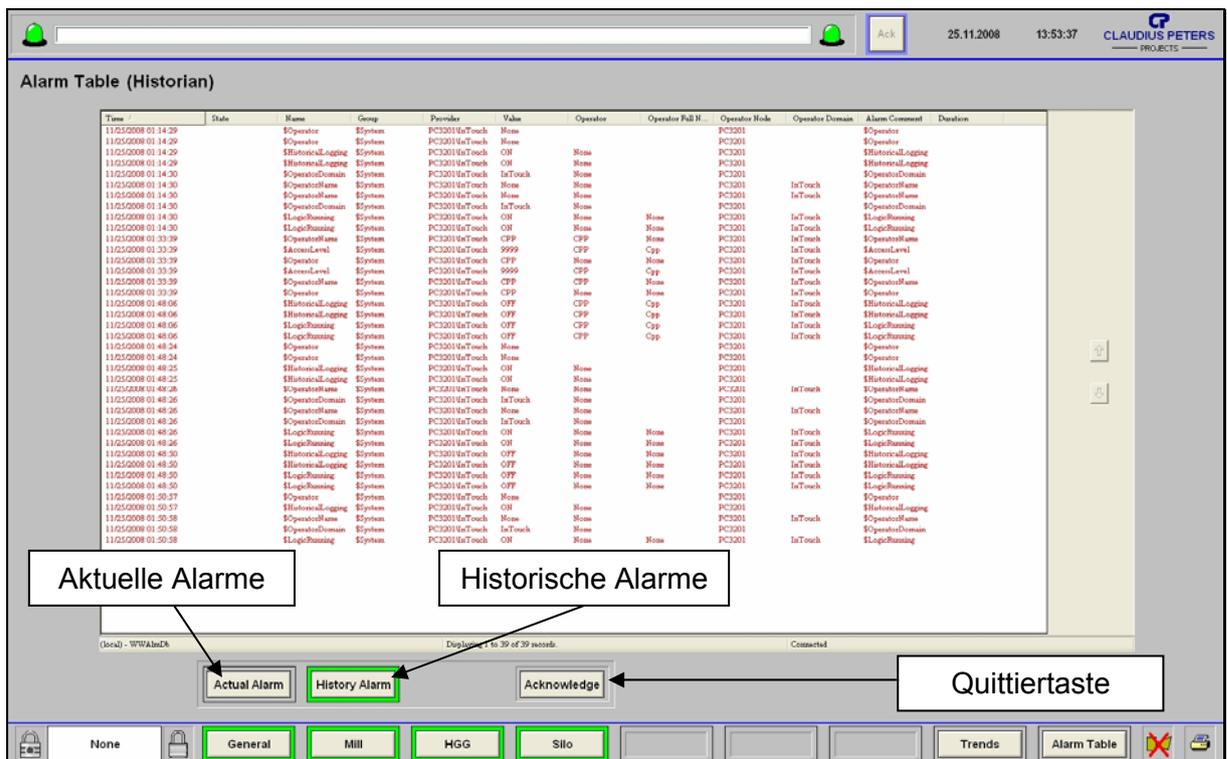


Abbildung 7.28: Alarm Tabelle - Anlagenvisualisierung

7.3.11 Trend Darstellung/Bedienung

Die wichtigsten Kurvenverläufe sind in Gruppen aufgeteilt. Um zu diesen Kurvenverläufen zu gelangen, betätigt der Bediener in der Fußzeile die Taste „Trend“. Nach der Betätigung der Taste öffnet sich ein Popup- Fenster, wo der Bediener als erstes den Anlagenbereich auswählen und dann den entsprechenden Verlauf sehen kann (siehe Abbildung 7.29). Es gibt mehrere Tasten bei der Bedienung der Kurvenverläufe, die der Bediener betätigen kann. Folgende Funktionen stehen zur Verfügung:

- Bereich vergrößern („Zoom in“)
- Bereich verkleinern („Zoom out“)
- Zeitbereich einstellen („4 hours“, „1 hour“, „1 minutes“, „30 minutes“ oder „10 minutes“)
- Abszisse (Zeitachse)
- Ordinate (Werteachse)
- Anzeige der Kurven
- Umschaltung zwischen der Bezugsquelle (Lokale- oder Historian- Server- Bezugsquelle) der Trends

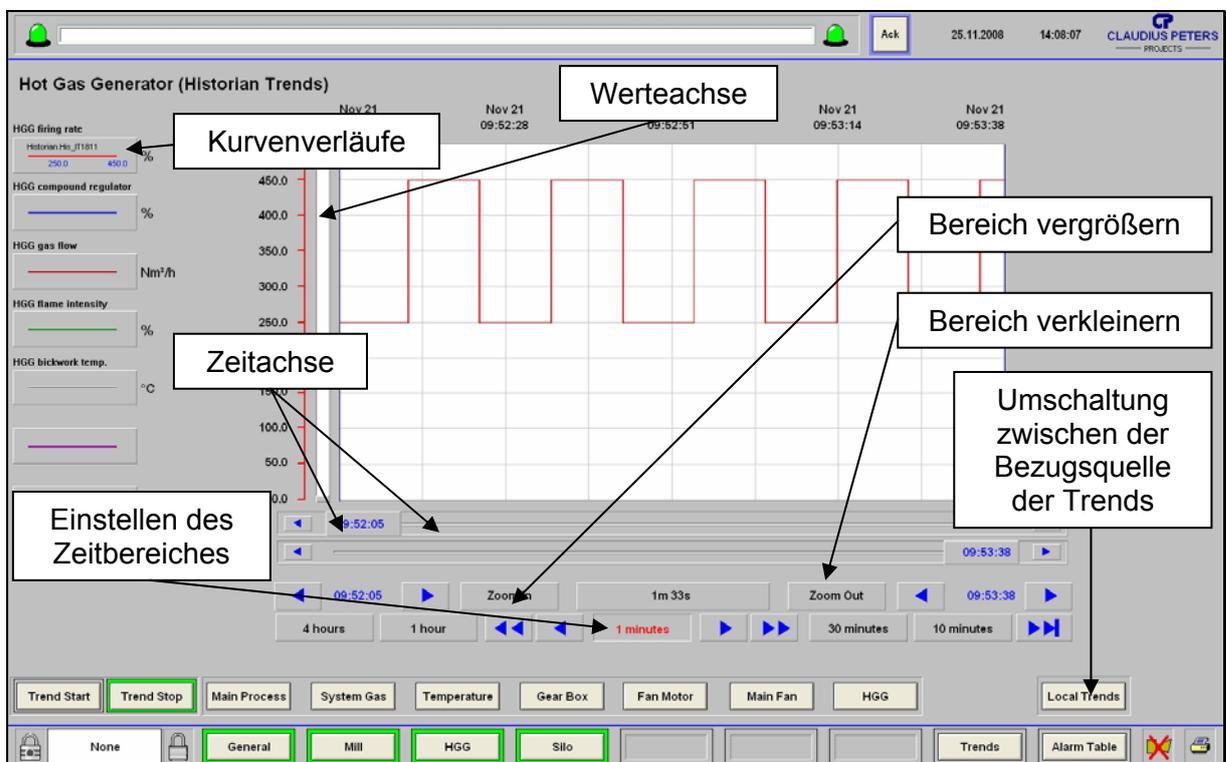


Abbildung 7.29: Trends - Anlagenvisualisierung

7.3.12 Allgemeine Warnungen

Wenn eine Störung in der Kommunikation zwischen der Bedienstation und der SPS auftritt, wird eine Fehlermeldung angezeigt (siehe Abbildung 7.30). Diese Anzeige bleibt solange bestehen bis die Kommunikation nicht mehr gestört ist. Es kann während dieser Störung kein Betrieb der Anlage von der Rechnerstation durchgeführt werden. Der Bediener hat die Möglichkeit die Anzeige kurzzeitig zu schließen, indem man auf die Taste „Cancel“ klickt.



Abbildung 7.30: Kommunikationsstörung - Anlagenvisualisierung

8 Bewertung der Aufwände von Planungs- und Ausführungsphasen

Um die Aufwände von Planungs- und Ausführungsphasen in einem Projekt zu bewerten, wurden drei verschiedene CP- Projekte von Gipsmahanlagen ausgewertet (siehe Tabelle 8.1):

Projekt	I	II	III
Gesamtstunden	8000 Std. ≈ 6 Mannjahre	5700 Std. ≈ 4 Mannjahre	6100 Std. ≈ 4 Mannjahre
Planung	1200 Std.	1200 Std.	1300 Std.
Mechanik	3400 Std.	2800 Std.	2400 Std.
Elektrik	3400 Std.	1700 Std.	2400 Std.

Tabelle 8.1: Stundenübersicht von verschiedenen Planungs- und Ausführungsphasen

Die Elektroplanung nimmt einen relativ großen Anteil der Gesamtzeit, im Vergleich zu anderen Claudius Peters Produktlinien, in Anspruch (ca. 30 - 40 %).

Da zwischen der Planung und der Inbetriebnahme oft mehrere Monate vergehen (siehe Abbildung 8.1), ist es wichtig, eine sorgfältige Planung und Dokumentation durchzuführen. Gründe hierfür sind:

1. Planungsschnittstellen müssen sauber dokumentiert sein, da durch den zeitlichen Planungsversatz sich auch personelle Änderungen ergeben können.
2. Je mehr eine Software/ Lieferung getestet ist, umso „besser“ ist die Inbetriebnahme. Dies wird durch Simulationen und einen hohen Maß an Standardisierung erreicht.

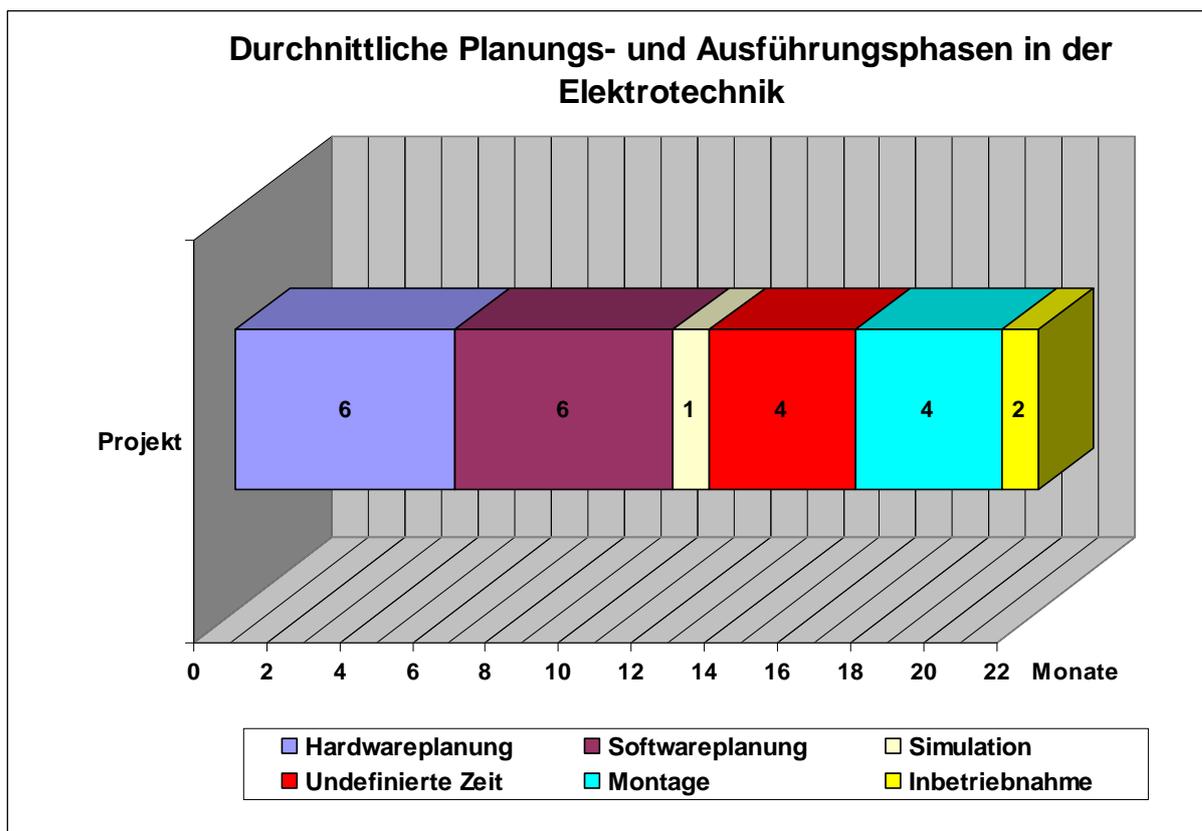


Abbildung 8.1: Übersicht der Planungs- und Ausführungsphasen in der Elektrotechnik [8]

Vernachlässigt man die Simulation, so kann es passieren, dass man zum Ende eines Projekts Probleme mit dem zeitlichen Ablauf bekommt, wenn z.B. ein Fehler in der Softwareplanung entsteht und erst bei der Inbetriebnahme entdeckt wird (siehe auch Kapitel 6). Diese Fehler wirken sich dann auf die Kosten im Projekt aus, da die Zeit, für die Beseitigung des Fehlers, nicht in der Inbetriebnahme eingeplant wird.

Das zeitliche Ende wird in der Regel vom Kunden massiv eingefordert. Dadurch ist das Verständnis für Testphasen meistens nicht mehr vorhanden. Der wirtschaftliche Aspekt „Beginn Produktion“ steht dann im Vordergrund.

In der Abbildung 8.2 ist eine Kostenpyramide abgebildet. Sie stellt die Kostenentwicklung für Fehlerbehebung in den unterschiedlichen Produktlebenszyklen (Entwicklung/ Planung/ Inbetriebnahme/ Produktionsprozess) dar. Dieses sind Erfahrungswerte aus Betrachtungen verschiedener Vorgänge bei Claudius Peters.

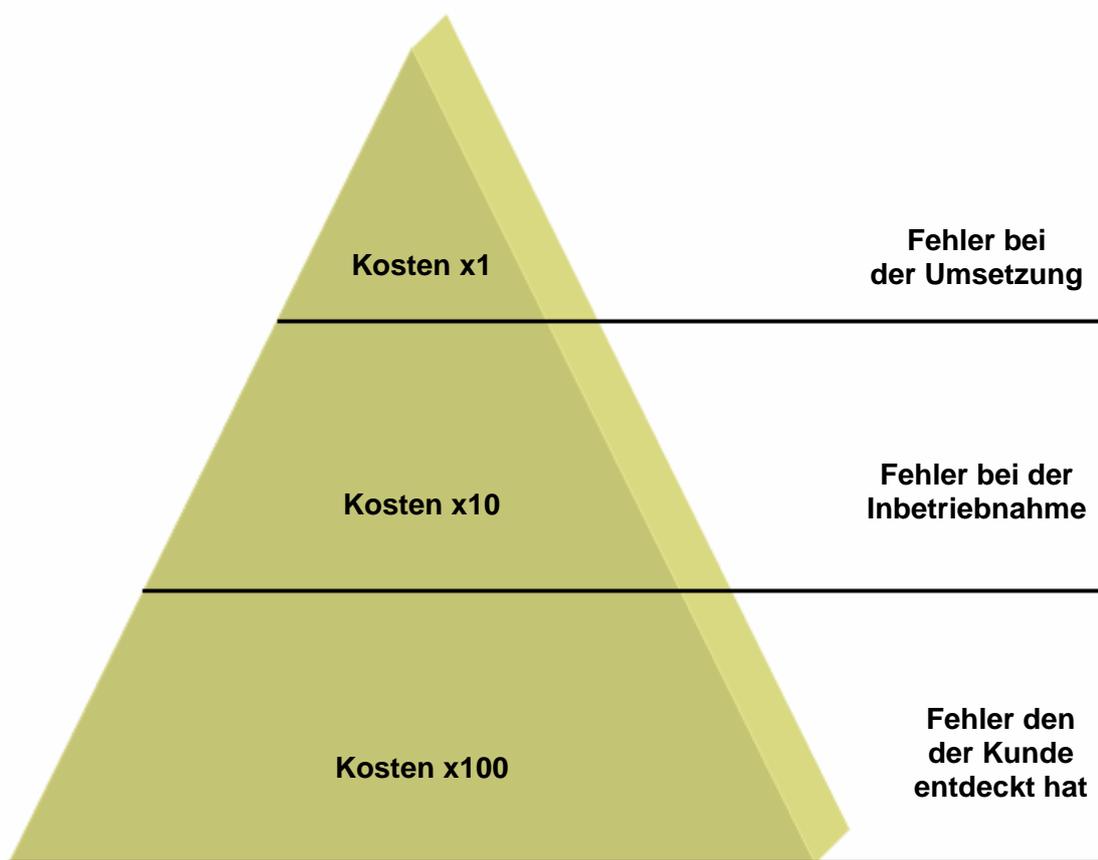


Abbildung 8.2: Kostenpyramide [8]

Diese Kostenpyramide ist folgendermaßen zu verstehen: Entsteht ein Fehler bei der Umsetzung (Beispiel: Programmierung), entstehen einmalige Kosten. Geschieht ein Fehler in oder während der Inbetriebnahme, der durch die Umsetzung entstand, können sich die Kosten verzehnfachen. Bei Entdeckung eines Fehlers durch den Kunden nach der Fertigstellung einer Anlage, können sich die Kosten auf ein Hundertfaches erhöhen.

Um die Kosten gering zu halten ist es deshalb wichtig bei der Umsetzung eines Projektes Zeit zu investieren, um Software Programme zu testen und um später bei einer Inbetriebnahme eventuelle Programmfehler zu vermeiden.

9 Zusammenfassung

In dieser Ausarbeitung wurde ein Bedien- und Beobachtungssystem für eine Gipsmahanlage mit dem HMI- System InTouch unter ergonomischen Gesichtspunkten entwickelt. Ziel der Ergonomie bei einer Anlagenbedienung war es, ein HMI- System so umzusetzen, dass die Anlagenbedienung erleichtert und verbessert wird.

Zunächst stand die Suche eines passenden HMI- Systems im Vordergrund. Im Prinzip ist die Auswahl des Systems nicht so relevant, man sollte nur darauf achten, dass man sich bei der Auswahl mit dem Produkt identifizieren kann, so dass man einen hohen Wiedererkennungswert einer Firma oder eines Produktes mit dem HMI- System widerspiegeln kann. Außerdem sollte die Möglichkeit bestehen, verschiedene SPS- Automatisierungssysteme einzubinden. Dieses System sollte einheitlich in der Benutzung sein und gegebenenfalls redundant ausgelegt werden können. Aus diesen Gründen wurde das HMI- System InTouch als Bedien- und Beobachtungssystem verwendet.

Nachdem ein geeignetes HMI- System gefunden wurde, war die Oberflächengestaltung der Hauptaspekt. Ein ergonomisches HMI- System zeichnet eine benutzerfreundliche Bedienoberfläche mit verständlichen Symbolen und Farben aus. Hierbei ist es wichtig, die Farben und Symbole so zu wählen, dass sie eindeutig und verständlich sind. Es ist hierbei von Nutzen, aber nicht zwingend, Normierungen zu verwenden. Dabei sollte sich ein Entwickler auch die Kulturunterschiede verschiedener Nutzerkreise bewusst machen, um diese in ein HMI- System einzubringen. Die Darstellung einer Anlage in eine Visualisierung erfolgt meistens aus einem R+I Fließbild heraus, da dass R+I Fließbild weltweit verständlich ist. Bei der Darstellung von Reglern und Trends sollten die wichtigsten Prozesswerte verfügbar sein.

Für die Umsetzung einer Gipsmahanlage mit InTouch, benötigt man für ein redundantes System drei Rechner, wobei ein Rechner für die Aufzeichnung von historischen Trends verwendet wird. Des Weiteren benötigt man auf diesen Rechnern verschiedene Datenbanken (Alarmdatenbank und Trenddatenbank). Nachdem diese Datenbanken angelegt wurden, kann man mit der eigentlichen Visualisierung beginnen. Als erstes werden hierfür statische Bilder erstellt. Anschließend erfolgt eine Zuweisung der Variablennamen mit den SPS Zuordnungen. Nach diesem Punkt werden die Alarmer und Meldungen festgelegt, sowie die statischen Bilder dynamisiert. Anschließend wird die Visualisierung in Verbindung mit der SPS getestet.

Um die Ergonomie der Gipsmahlanlage zu erhöhen sind verschiedene Abschaltsequenzen („Normale- Abschaltung“, „Schnelle- Abschaltung“ und „Not- Abschaltung“) und Gruppenstatusanzeigen („Startbedingungen“, „Einschaltbedingungen“, und „Störung“) eingeführt worden. Diese sind sehr praktisch und ermöglichen eine einfachere Fehlersuche. Es ist zwar nicht notwendig, solche Funktionen/ Anzeigen einzufügen, aber diese Bedingungen ermöglichen eine zielgerichtete Fehlersuche, so dass Probleme schneller gefunden und behoben werden.

Ein letzter Punkt ist die Anlagensimulation vor der Inbetriebnahme. Die Anlagensimulation ist aus wirtschaftlichen Gründen sehr sinnvoll, da durch diese Simulation im Vorwege, Fehler lokalisiert und behoben werden können.

Eine geplante/ strukturierte Abarbeitung von Hardwareauswahl, Darstellung, Datenverwaltung und einem intensivem Test lassen die Visualisierung zum Markenzeichen eines guten Produkts machen. Es ist kein „notwendiges“ Übel, sondern der Erfolg eines Produkts hängt von der Bedienbarkeit/ Handhabung ab. Was im Konsumbereich (Handys, Unterhaltungselektronik, Internet) selbstverständlich ist, ist auch im Anlagenbau wichtig.

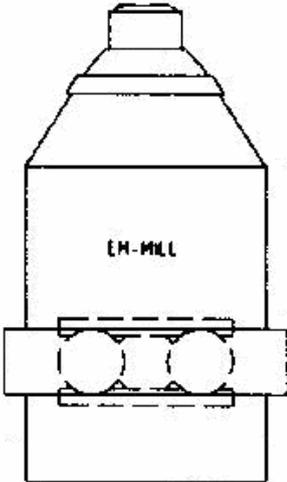
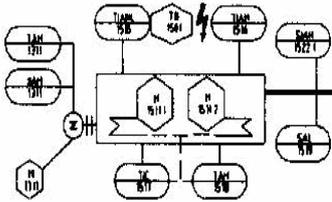
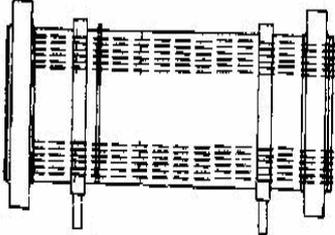
Literaturverzeichnis

- [1] Die globale Visualisierung, Computer & Automation:
Fachmagazin der Fertigungs- und Prozesstechnik, Ausgabe 03-2008, Seite 40 - 42
- [2] Eigenschaften von Fließbildern, <http://de.wikipedia.org/wiki/RI-Flie%C3%9Fbild>
- [3] Informationen zu InTouch, <http://de.wonderware.com>
- [4] Marktübersichten: Prozess- Visualisierungssysteme 10-2005 und
Maschinenvisualisierung 10-2008, <http://www.sps-magazin.de/muesanz/>
- [5] Normen aus der Informationstechnologie,
http://transfer.tr.fh-hannover.de/projekte/Norma/normen/normverzeichnis_it.htm
- [6] Staatliche Kunstsammlung Dresden, Ausstellung „Ost trifft West“, Piktogramme der
Designerin Yang Liu, <http://www.skd-dresden.de>
- [7] Technische Akademie Wuppertal e.V. Dokumente der Elektrotechnik und graphische
Symbole für Schaltpläne, Wuppertal 5. - 6.7.2004, Seite B-1, B-2 und B-3
- [8] Unterlagen, bzw. Informationen von der Firma Claudius Peters Projects
- [9] VDI/VDE 3850 „Gestaltung von Bediensystemen für Maschinen“,
Abschnitt 5.1 Farbe/Kontrast, Ausgabestand Februar
- [10] VDI 3699 „Prozessführung mit Bildschirmen“/ Fließbilder,
Abschnitt 4.2 Farben. Ausgabestand August 1997
- [11] Vorlesungsskript Prozessleittechnik von Prof. Dr. Ing. Henry Reetmeyer,
Wintersemester 2007/2008
- [12] Wonderware FactorySuite - InTouch Benutzerhandbuch, letzte Revision 09-2005

Anhang

A.1 Übersicht verschiedener Komponenten

Das Originalbild der Komponenten Mühle, Mühlengetriebe, Drehrohrkühler, Heißgaserzeuger, Schlauchfilter und Hauptventilator, das Symbol aus dem R+I Fließbild und eine kurze Beschreibung sind in der Tabelle A.1 dargestellt.

Komponenten	Darstellung im R+I Fließbild	Beschreibung
<p>Mühle</p> 		<p>Die Mühle zermahlt, trocknet und kalzinert den Rohgips in einem Schritt.</p>
<p>Mühlengetriebe</p> 		<p>Das Mühlengetriebe ist das Bindeglied zwischen Mühlenantriebsmotor und Mühle.</p>
<p>Drehrohrkühler</p> 		<p>Der Gips wird durch den Drehrohrkühler geleitet und durch drehende, belüftete Rohre im Kühler abgekühlt.</p>

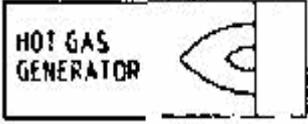
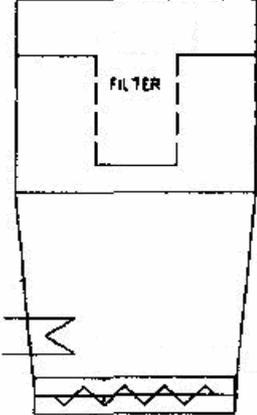
Komponenten	Darstellung im R+I Fließbild	Beschreibung
<p>HGG</p> 		<p>Die Aufgaben des HGG sind trocknen, heizen und kalzinieren.</p>
<p>Schlauchfilter</p> 		<p>Der Schlauchfilter filtert das Reingas vom Material. In diesem Filter befinden sich Schläuche zur Filterung.</p>
<p>Hauptventilator</p> 		<p>Der Hauptventilator leitet das Reingas in den Prozess zurück.</p>

Tabelle A.1: Übersicht verschiedener Komponenten [8]

A.2 Rohr- und Instrumentierungsfließbild der Gipsmahlanlage

Das R+I Fließbild der Gipsmahlanlage ist in der Abbildung A.1 dargestellt.

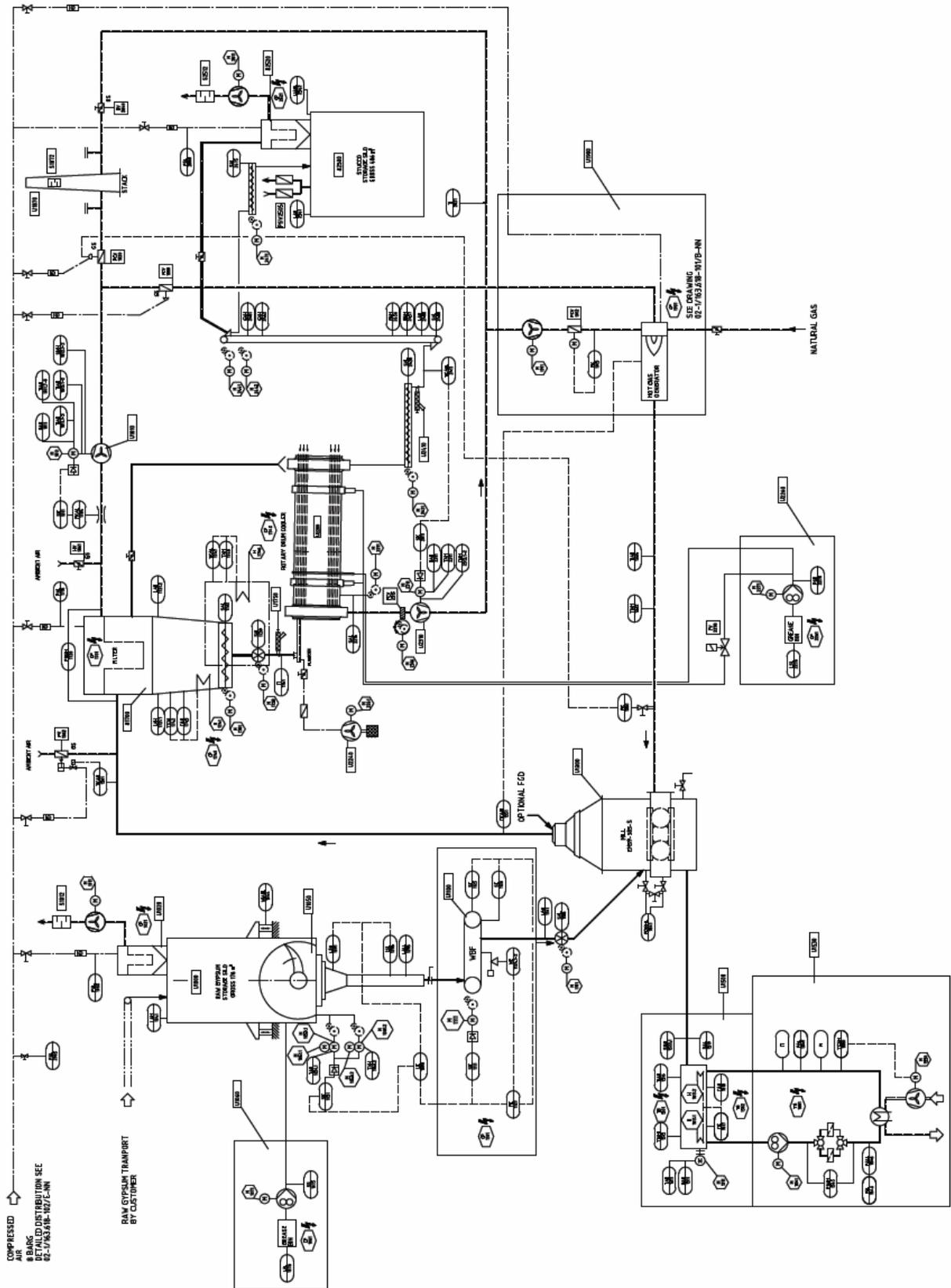
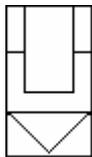
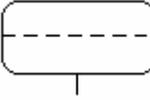


Abbildung A.1: R+I Fließbild [8]

A.3 Symbole im Rohr- und Instrumentierungsfließbild

Die Symbole aus dem R+I Fließbild und deren Bedeutungen sind in der Tabelle A.2 aufgeführt.

Symbol	Bedeutung
	Absperrklappe
	Absperrorgan
	Filter
	Förderband
	Förderleitung
	Handantrieb
	Heißgaserzeuger
	Instrumentierung und Prozessfunktion
	Luftfilter
	Luftleitung
	Magnetantrieb
	Motorantrieb
	Ölleitung

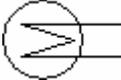
Symbol	Bedeutung
	Örtliche Instrumentierung
	Pneumatikantrieb
	Pumpe
	Schalldämpfer
	Steuerluftleitung
	Ventilator
	Wärmeaustauscher
	Zellradschleuse

Tabelle A.2: Symbole im R+I Fließbild [8]

A.4 HMI- System Farbcodierungen der Gipsmahlanlage

Die HMI- System Farbcodierungen der Gipsmahlanlage sind in der untenstehenden Tabelle A.3 beschrieben.

Farbcodierungen der Tasten		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Word)	Erläuterung
	0	Keine Störung/ Keine Warnung
	16	Gruppe in Betrieb
	32	Warnung nicht quittiert (blinkend)
	64	Warnung quittiert
	128	Störung nicht quittiert (blinkend)
	256	Störung quittiert
Farbcodierungen des Bedienmodus		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Bit)	Erläuterung
	0	Automatischer- Modus
	1	Manueller- Modus
Farbcodierungen der Statusanzeigen		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Word)	Erläuterung
	0	Nicht betriebsbereit
	1	Freigabe Vorortbetrieb
	2	Betriebsbereit
	4	Betriebsbereit + Vorbedingungen erfüllt
	8	Startsequenz aktiv (blinkend)
	16	Anlage in Betrieb
	32	Nachstart- Anforderung (blinkend)
	64	Abfahrsequenz aktiv (blinkend)
	128	Ausschaltfreigabe
	256	Störung

Farbcodierungen Start- und Einschaltbedingungen		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Bit)	Erläuterung
	0	Bedingung nicht erfüllt
	1	Bedingung erfüllt
Farbcodierungen der Störungen		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Bit)	Erläuterung
	0	Keine Störung
	1	Störung
Farbcodierungen der Regelungen		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Word)	Erläuterung
	0	Nicht betriebsbereit
	1	Manueller- Modus
	2	Automatischer- Modus + Regelung AUS
	4	Automatischer- Modus + Regelung AUS + Regelung kann eingeschaltet werden
	8	Automatischer- Modus + Regelung wird gestartet (blinkend)
	16	Automatischer- Modus + Regelung AN
	64	Automatischer- Modus + Regelung wird gestoppt (blinkend)
	256	Störung
Farbcodierungen der Antriebe		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Word)	Erläuterung
	0	Nicht betriebsbereit
	1	Freigabe für Vorortbetrieb
	2	Vorortbetrieb
	4	Freigabe für Automatikbetrieb
	8	Automatikbetrieb

Farbcodierungen der Antriebe		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Word)	Erläuterung
	128	Störung nicht quittiert (blinkend)
	256	Störung quittiert
Farbcodierungen der Ventile		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Word)	Erläuterung
	0	Nicht betriebsbereit
	1	Position geschlossen
	2	Keine Position
	16	Position geöffnet
	128	Störung nicht quittiert (blinkend)
	256	Störung quittiert
Farbcodierungen der Klappen		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Word)	Erläuterung
	0	Nicht betriebsbereit
	1	Position geschlossen
	2	Keine Position
	4	Position 1: Feiner Durchfluss
	8	Position 2: Grober Durchfluss
	16	Position geöffnet
	128	Störung nicht quittiert (blinkend)
	256	Störung quittiert

Farbcodierungen der Digitalen Prozesssignale		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Word)	Erläuterung
	0	Kein Signal
	1	Prozesssignal nicht aktiv
	2	Prozesssignal aktiv
	32	Warnung nicht quittiert (blinkend)
	64	Warnung quittiert
	128	Störung nicht quittiert (blinkend)
	256	Störung quittiert
Farbcodierungen der Analogen Prozesssignale		
Symbol mit Farbe	Dezimalzahl (Word)	Erläuterung
	0	Kein Signal
	1	Prozesssignal in Ordnung
	32	Warnung nicht quittiert (blinkend)
	64	Warnung quittiert
	128	Störung nicht quittiert (blinkend)
	256	Störung quittiert
Farbcodierungen der Rohrleitungen		
Symbol mit Farbe	Erläuterung	
	Wasser	
	Luft	
	Gas	
	Sauerstoff	
	Getriebe Öl	
	Roh Gips	
	Fein Gips	

Tabelle A.3: HMI- System Farbcodierungen der Gipsmahlanlage [8]

A.5 Elektronische Dokumentation

Die Diplomarbeit, das Rohr- und Instrumentierungsfließbild (siehe auch Anhang A.2), die Visualisierungsbilder der Gipsmahlanlage, die InTouch Benutzerhandbücher (HMI-Handbuch, Benutzerhandbuch, Referenzenhandbuch, Sprachumschaltungs-Handbuch und SQL-Handbuch), die Spezifikation der Rechner und die InTouch Visualisierung sind in elektronischer Form auf einer CD abgelegt und beim Prüfer Prof. Dr. H. Hasemann oder Prof. Dr. Ing. U. Meiners einzusehen.

Versicherung über Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit im Sinne der Prüfungsordnung nach §25(4) ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen habe ich unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Hamburg, den 18.12.2008

Ort, Datum

Stefan Baumann

Unterschrift

