Prozessautomatisierung in Hüttenwerken

Autor(en): **Maierhofer, Helmut**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG**

Band (Jahr): **58 (1987)**

PDF erstellt am: **11.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-378203

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

sich daher auch nur als eine vorläufige Bestandsaufnahme verstehen, die einige Probleme und Erfahrungen mit der EDV-Anwendung in den Geschichtswissenschaften aufzeigt. Technologischer Fortschritt und Wandel im historischen Selbstverständnis werden zukünftig immer wieder neue Standortbestimmungen notwendig machen. Damit wird der EDV-Einsatz in den Geschichtswissenschaften selbst zu einem Stück Historie.

Ein neuerer Bericht der «Frankfurter Allgemeinen Zeitung», die offensichtlich eine Vorliebe für das Thema «Computer und Geisteswissenschaften» entwickelt hat, prophezeit für die Geisteswissenschaften den «genormten Arbeitsplatz». Der oft chaotische Zustand der «Studierklause» mit Zettelkästen, Manuskripten, Exzerpten und Bücherstapeln werde in absehbarer Zeit auf breiter Basis einem Computerarbeitsplatz mit Monitor und Tastatur, Drucker und Recheneinheit weichen[23]. Zumindest für die Geschichtswissenschaften lässt sich jetzt schon sagen, dass diese Version für die nächsten Jahrzehnte eine naive Fiktion bleiben wird.

Dipl. Ing. Helmut Maierhofer
Montanuniversität Leoben
Rechenzentrumsleiter
Franz-Josef-Strasse 18
A-8700 Leoben

Prozessautomatisierung in Hüttenwerken

Begriff Automatisierung:

Die Automatisierung ist ein Prozess, der zunehmend menschliche Tätigkeit durch maschinelle Funktionen ersetzt. Dabei werden die Arbeits- und Produktionsprozesse so gestaltet, dass der Mensch weder permanent, noch zu genau festlegbaren Zeitpunkten in den Funktionsablauf technischer Systeme einzugreifen braucht. Neben den Rationalisierungseffekten des künstlichen Systems und dem Ersatz des Menschen durch den Automaten sind die Qualitätsverbesserung, Produktionssteigerung des Prozesses und die Erfüllung von Aufgaben, die wegen ihrer Komplexität und/oder Umfanges mit anderen Mitteln nicht realisierbar wären (z.B.: Massendatenverarbeitung, Raumfahrt, moderne Waffensysteme), ein wesentliches Ziel der Automatisierung.

Der Automat ist ein künstliches System, das selbsttätig ein Programm verfolgt und zwischen verschiedenen Ablaufmöglichkeiten Entscheidungen trifft, die auf Verknüpfung von Eingaben mit inneren Zuständen beruhen und Ausgaben zur Folge haben.

Entwicklung der Prozessautomatisierung in Hüttenwerken

Die Automatisierungsfortschritte in den einzelnen Bereichen der Eisen- und Stahlindustrie sind eng mit der Computerentwicklung im Bereich der Hard- und Software verbunden und erfolgten nicht in allen Bereichen des Hüttenwerkes gleichzeitig. In den sechziger Jahren wurde im kommerziellen Bereich des Hüttenwerkes die Datenverarbeitung eingeführt.

Auf Batch-Rechnern – das sind Datenverarbeitungsanlagen, die den gesamten Datenstrom auf einmal einlesen, diesen abarbeiten und die Ergebnisse auf einem Zeilendrucker ausgeben – wurden die Bereiche Finanzbuchhaltung und das Lagerwesen abgedeckt.

Relativ früh setzte die Automatisierung im Bereich der Kaltwalzwerke ein. Da sie neu gebaut wurden, konnte bei der Planung voll auf die Automatisierungsanforderungen eingegangen werden. Bei alten Anlagen ist ein nachträglicher Einbau von Automatisierungseinrichtungen schwer möglich. Daher folgten später die Warmwalzwerke, die Stahlwerke und der Hochofen. In diesen Produktionsstätten wurde überwiegend der Prozessrechner eingesetzt und in das hüttenwerküberspannende Datenverbundsystem integriert. Daneben drangen immer stärker die Personalcomputer zur Deckung des abteilungsinternen Rechnungswesens und On-line-Rechner oder auch interaktive Rechner – das sind Rechner, die direkt mit dem Menschen über Tastatur und Bildschirm in Befehlsaustausch treten können – ins Hüttenwerk ein (z.B.: Stückkalkulation in Schmiedebetrieben).

Aufgaben der Datenverarbeitungsanlagen

1. Abwicklung kommerzieller und administrativer Tätigkeiten auf Batch- und On-line-Rechnern.
2. Bereitstellung eines das gesamte hüttenwerkerfassende Informationssystem zur Darstellung der Auftrags-, Fertigungs-, Finanzsituation für die Unternehmenssteuerung.
3. Automatisierung von Prozessabläufen zur Kostensenkung und Qualitätssicherung.

Die Punkte eins und zwei werden von den allgemeinen Datenverarbeitungsanlagen übernommen, den Bereich des Punktes drei deckt überwiegend der Prozessrechner ab.

Aufbau eines Prozessrechners

Hardware des Prozessrechners

- Zentraleinheit der CPU (central processing unit) mit einer Befehlsbreite von 8,16 und 32 Bit, bestehend aus einem Rechenwerk und Leitwerk
- Arbeitsspeicher ab 8 bis 64 kbyte Magnetkern- bzw. bis 1 Mbyte Halbleiterspeicher
- Steuereinheiten für die Datenspeicherung: Magnetplatten, Magnetbänder
- Steuereinheiten für die Mensch-Rechner-Kommunikation: Monitor, Tastatur
- Steuereinheiten für die Prozesssteuerung: Anzeigekontrollen, Messstellen (Thermoelemente, Kraftmessdosen...), Stellwerke (Magnetventile, Relais, Widerstände ...)

Software des Prozessrechners

- Bootprogramm (Selbststartprogramm)
- Betriebssystem
- Prozessbezogene höhere Programmiersprache
- Prozessprogramm: sie sind echtzeitorientiert, sie haben auch eine Einzelbit-Verarbeitung (Signale) und verarbeiten simultan mehrere hundert Signal- und Stellgrössen.

Die Güte der Prozessautomatisierung hängt vom Umfang des Wissens über den Prozessrechner ab. Das Prozessgeschehen muss möglichst genau in einem Modell abgebildet werden.

Die meisten Produktionsprozesse der Stahlindustrie sind diskontinuierlich und nichtlinear und sind gekennzeichnet durch kurze Reaktionszeiten und schwankende Anfangsbedingungen und wechselnde Kapazitätsauslastungen.

Die Prozessmodelle lassen sich wie folgt unterteilen:
Analytische Prozessmodelle; empirische Modelle; statische Modelle; dynamische Modelle; adaptive Modelle; lernende Modelle.

Der Prozessrechner hat im Hüttenwerk im On-line- und Echtzeitbetrieb im wesentlichen, je nach Automatisierungsstufe, folgende Aufgaben zu erfüllen:

Datenerfassung: Sie ist die Basis für die folgenden Punkte. Es können analoge (Mess- und Führungswerte), binäre (Zustands-, Stellmeldungen und Steuerbefehle) und digitale (Byte = mehrstellige Binärsignale, Zählerstände) Signale erfasst werden.

Prozessüberwachung: Betriebsprotokolle, Störungserfassung, Stoffflussverfolgung.

Prozessregelung und -steuerung bei direkter Koppelung mit dem Prozess (DDC, Direct Digital Control).

Prozessführung: Prozessführung nach Festprogrammen, nach Prozessgleichungen oder nach mathematischen Modellen.

Prozessoptimierung auf: Minimierung der Rohstoffkosten, der Betriebskosten; Maximierung des Prozesswirkungsgrades, maximale Ausnutzung der Produktionskapazität, Minimierung des Verschnitts.

Informationsfluss und Datennetzwerk im Hüttenwerk

Die Verknüpfung der Datenverarbeitungsanlagen folgt hierarchischer Struktur. Die Informationsverarbeitungsaufgaben sind in übereinanderliegende Ebenen geschichtet, und zwar so, dass die auf einer Ebene auszuführenden Verarbeitungsaufgaben untereinander weitgehend entkoppelt sind. Die Vernetzung soll nur auf der jeweiligen darüberliegenden Ebene erfolgen (s. Bild 1).

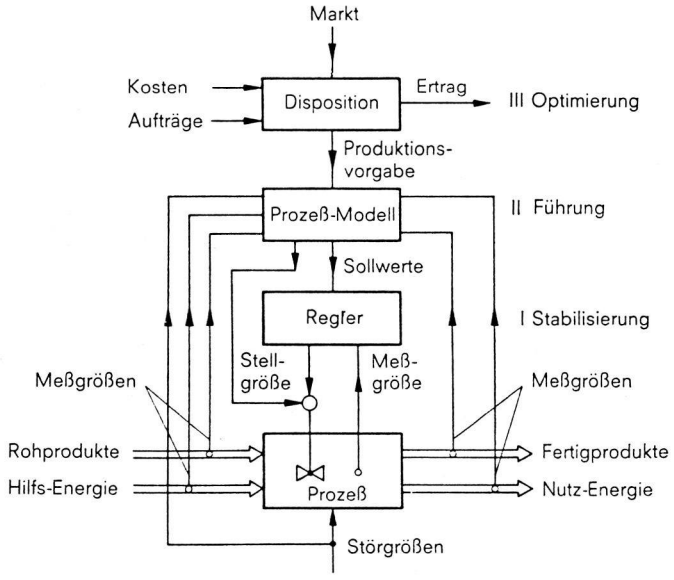

Bild 1: Automatisierungsstufen eines Produktionsprozesses

Die erste Ebene, die prozessnahe Ebene, die Stabilisierungsebene wird mit kleinen Prozessrechnern, mit Mikroprozessoren, Analogrechnern oder fest verdrahteten Einzelgeräten abgedeckt. Die Istwerte für die Regelungs- und Steuerungsaufgaben werden vom übergeordneten Prozessrechner empfangen.

In der zweiten Ebene sind grössere Rechnereinheiten erforderlich (Massenspeicher, Eingabeeinheit). Sie dienen der Prozessführung und berücksichtigen alle charakteristischen Parameter des technologischen Verfahrens. Ihre wichtigste Aufgabe ist die fortlaufende Optimierung des Prozesses. Sie tauschen Daten mit dem benachbarten Prozessrechner und übergeordnetem Betriebsrechner aus.

In der dritten Ebene sorgt der Dispositionsrechner für möglichst gleichmässige Auslastung der einzelnen Anlagen. Dazu liefert er in richtiger Reihenfolge und Grösse alle Vorgabewerte für die einzelnen Prozessrechner, die den verschiedenen Betrieben zugeordnet sind. Hier werden alle Daten des Hüttenwerkes gesammelt. In dieser Ebene erfolgt die Auftragsdisposition, die betriebswirtschaftliche Kontrolle der Kostenstruktur und die Koordinierung aller an der Erzeugung beteiligten Betriebe.

In der hierarchischen Prozessrechnerstruktur stecken die Vorteile der höheren Zuverlässigkeit des Gesamtsystems, des geringeren Informationsflusses durch Verdichtung und der übersichtlichen Prozessstrukturen für die Modellprogrammierung.

Sauerstoffaufblasverfahren (LD)

Stellvertretend für die vielen Verarbeitungsstufen des Hüttenwerkes sei der LD-Prozess ausgewählt. Er liegt in der Prozessgeschwindigkeit und in der Verarbeitungskette zwischen Hochofen und Walzwerk. Es werden statische und dynamische Prozessmodelle eingesetzt und es konnten weitgehendst bekannte physikalische, thermodynamische Gleichungen den Modellen zugrunde gelegt werden.

Aufbau der Anlage (Bild 2)

Dieses Verfahren wurde weitgehend in Linz und Donawitz (LD) zur Stahlerzeugung entwickelt. Phosphor- und schwefelarmes, flüssiges Roheisen aus dem Hochofen und Schrott (ungefähr ein Drittel des Gesamteinsatzes) werden durch Aufblasen von reinem Sauerstoff (99.5% O_2) in Stahl umgewandelt. Einsatzgewichte gehen bis 500 t.

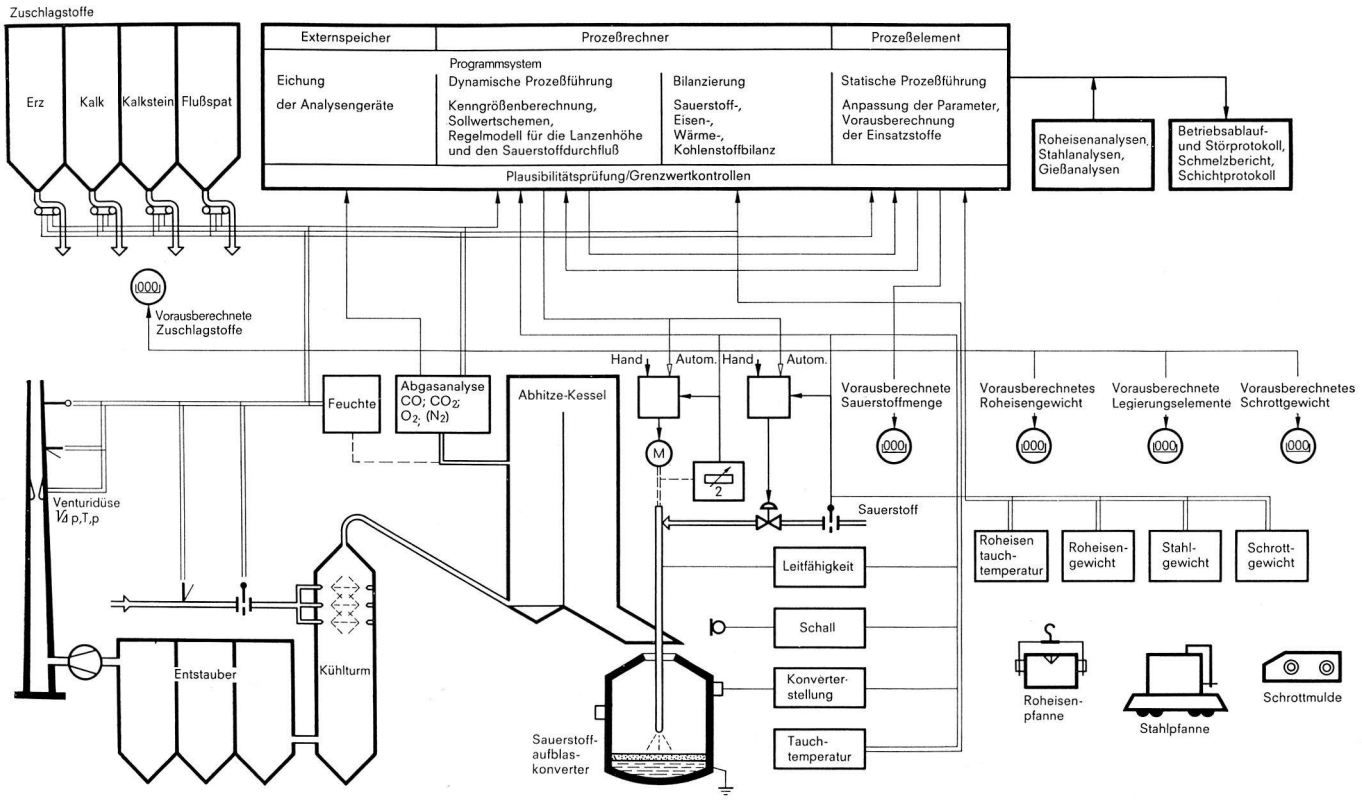

Bild 2: Sauerstoffaufblaskonverter mit den Mess- und Stellgrössen sowie den vom Prozessrechner bearbeiteten Aufgaben

Prozessablauf

Der leere LD-Tiegel wird zuerst mit der vorgesehenen Schrottmenge gefüllt. Aus Roheisenmischern und mit Transportpfannen wird das 1250°C

heisse Roheisen eingeleert. Danach wird der LD-Tiegel aufgerichtet und durch eine wassergekühlte Lanze Sauerstoff mit hoher Geschwindigkeit auf das Metallbad aufgeblasen. Der Sauerstoff dringt in das Metall ein und verbrennt dabei die Elemente Silizium und Kohlenstoff. Die oxidierten Elemente bilden mit den später zugesetzten Kalk- und Flussmitteln die Schlacke. Die Begleitelemente Schwefel und Phosphor sammeln sich auch in der Schlacke, der Kohlenstoff verbrennt zu CO_2 bzw. CO und bildet das Abgas (s. Bild 3). Die Kohlenstoffverbrennung (ein exothermer Prozess) hebt die Tiegeltemperatur auf 1600 °C. Schrott-, Kalk-, Eisenerz und Eisenschwammzusatz müssen so dosiert sein, dass die gewünschte Abstichtemperatur erreicht wird. Nach einer Blaszeit bis 40 Minuten wird der Stahl in Giesspfannen geleert. Je nach Stahlqualität werden Legierungselemente – Mangan, Nickel usw. – dazugegeben.

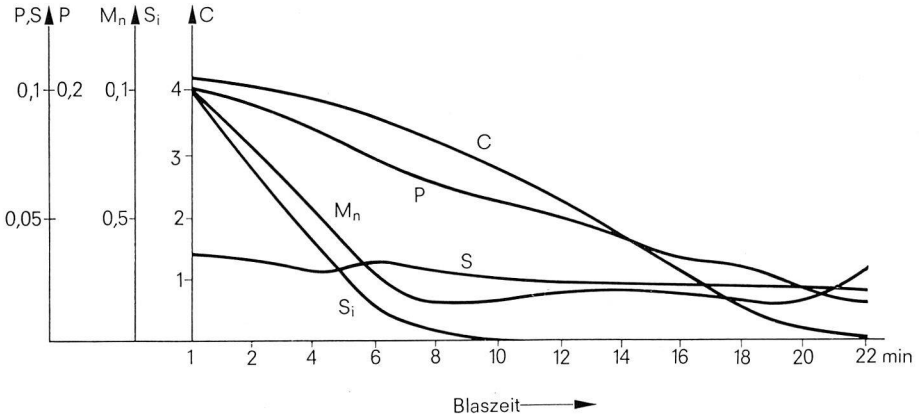

Bild 3: Abbrandkurven der Roheisenbegleiter

Messgrössen und Messverfahren

Messgrösse	Messstelle	Messfühler
Temperatur	Roheisen	Thermoelement
	Stahl	Farbpyrometer
	Kühlwasser für Lanze und Haube	Widerstandsthermometer
	Mauerwerk im Tiegel	Thermoelement
		Strahlungspyrometer
	Sauerstoff	Widerstandsthermometer
	Flamme am Konvertermund	Fotoelementpyrometer
Gaskonzentration	Lanzensauerstoff	O_2-Messgerät
	Abgas	CO- und CO_2-Messgeräte (für Entkohlungsgeschw'keit)
		O_2-Messgerät (für Nachverbrennung)
Durchfluss	Sauerstoff	Messumformer
	Kühlwasser	für Durchfluss
	Abgas	
	Stück- oder Feinkalk	Elektronische Waagen
Druck	Sauerstoff	Messumformer für Druck
	Kühlwasser	
	Abgas	
Gewicht der Einsatzstoffe	Roheisen	Elektronische Kran-,
	Kalk	Plattform-, Gleis-,
	Schrott	Dosier- und
	Erz	Gattierwaagen
	Zuschläge	
	Rohstahl	
Stellung	Lanze	Drehfeldgeber
	Konverter	oder Digitalverschlüssler

Prozessautomatisierung
Prozessbereiche:
Roheisenwirtschaft – Schrottwirtschaft – Tiegel- und Pfannenwirtschaft – Legierungstechnik

Rechnerfunktionen erfassen, regeln und steuern folgende Daten:
Analysen – Gewichte – Temperaturen – Tiegelzustände – Lanzenzustände – Mengen (Gase) – Zeiten.

Der Prozessrechner ist mit folgenden Anlagen gekoppelt: Chemielabor – Auftragsplanung – Stranggussanlagen.

Programmablauf
Der Ablauf einer LD-Charge kann in folgende fünf Phasen gegliedert werden:

Auswahl der Schmelze: Der Produktionsplan des Walzwerkes ist die Grundlage für die Schmelzenfolge des LD-Stahlwerkes. Die Chargen werden mit Chargen- und Phasennummern versehen und seriell abgearbeitet. Am Ende jeder Phase werden der übergeordnete Prozessrechner und damit auch die Stranggussabteilung informiert. Bei Nichterreichung der Sollqualität erfolgt eine Umplanung innerhalb des zur Verfügung stehenden Produktionsplans oder Rückmeldung an den übergeordneten Betriebsprozessrechner. Der Datensatz der bearbeiteten Charge ist am Steuermonitor eingeblendet.

Vorbereiten der Schmelze: Diese Phase beinhaltet alle Funktionen vom Abruf der Charge aus dem Produktionsplan bis zum Blasbeginn, wie:
Mengenmässige Bestimmung der Einsatzstoffe;
Bereitstellen und Einsetzen des flüssigen Roheisens;
Bereitstellen und Einsetzen des Schrottes;
Bereitstellen der Tiegelzuschlagsstoffe.
Alle Berechnungen erfolgen Prozesssynchron in Echtzeit (real time).

Startdialog: Festlegung der Torpedopfanne oder/und Mischer, der Abstichtemperatur, der Zuschläge und Kühlmittel und Soderbehandlung.

Vorrechnung: Aus Hochofenanalyse bzw. Mischeranalyse, den Temperaturen und den Startdaten, wird eine LD-Grobbilanz erstellt. Nach Messung der Roheiseneinleertemperatur startet automatisch das Programm zur Berechnung der Feinbilanz. Berechnet werden Roheisen, Schrott, Sauerstoff, Kalk, weitere Zuschläge, Legierungsmittel, Schlackenzusammensetzung und -menge, Basizität der Schlacke und Vorprobenanalyse.

Behandlung im Tiegel (Blasen): In dieser Phase werden die vorberechneten Einsatzwerte herangezogen und die Sauerstoffrate, die Lanzenstellung, die Blasdauer und Zuschlagszusatzzeitpunkt gesteuert. Gemessen werden der Sauerstoff im Bad, die Badtemperatur und über eine Probe die Stahlanalyse. Diese dienen dem Nachrechnungs- und Korrekturprogramm (Modell) zur Information an den Steuermann, länger oder kürzer zu blasen oder Kühlmittel zu setzen.

Abstich und Nachbehandlung: Nach Eintreffen der Analyse kann das Modell die Deoxidations- und vorprobenunabhängigen Legierungsmittel berechnen. Ebenso die Länge der Argonspülung und die Mengen für die Feinlegierung.

Bildernachweis
Alle Bilder wurden dem Buch «Prozessrechner», Anke/Kaltenecker/Oetker, R. Oldenburg, München, Wien entnommen.