

Formnummernbezogene Ausschlußfassung und -auswertung an einer Hohlglasinspektionsmaschine

Von Wolfgang Lachmann, Bad Wurzach

(Vortrag auf der 56. Glastechnischen Tagung am 26. Mai 1982 in Augsburg)

(Mitteilung aus der Oberland-Glas-GmbH, Bad Wurzach)

(Eingegangen am 27. Juli 1982)

In letzter Zeit wurden für die Hohlglasindustrie von verschiedenen Herstellern Sortiermaschinen entwickelt, die, ausgestattet mit Mikrocomputer, Codeleser und mehreren Prüfstationen, in der Lage sind, defekte Behälter nicht nur auszusortieren, sondern auch formnummernbezogene Fehlerhäufungen zu erkennen. Der Einsatz dieser Sortiermaschinen ist mit einer Festlegung hinsichtlich der erkennbaren Fehlerarten verbunden. Weitere Sortiermaschinen herkömmlicher Art lassen sich in die Informationsverarbeitung nicht oder nur unvollständig integrieren.

Vorgestellt wird ein Verfahren, das formnummernbezogene Ausschlußdaten liefert und den vorhandenen Sortiermaschinenpark ausnutzt. An die bestehende Sortierlinie muß lediglich ein Codeleser ebenfalls beliebigen Fabrikats angebaut werden. Ein Mikrocomputer verbindet die Sortiermaschinen mit dem Codeleser und liefert die formnummernbezogenen Ausschlußdaten. Diese bilden die Informationsbasis für ein Kaltende-Informationssystem, das sowohl aktuelle Fehlerendmeldungen an der Glasmaschine als auch Managementinformationen zur Verfügung stellt.

Defect recognition and evaluation related to mould number on a glass container inspection machine

Recently several manufacturers of glass container inspection machines have developed machines fitted with micro-computers, code readers and multiple testing stations which can not only sort out defective containers but also record the numbers of defects related to each mould number. The introduction of these machines is related to a definition of the various types of identifiable defects. Other types of currently available inspection machine cannot, or only limited, be integrated into data processing.

A method of giving analysis of defect data by mould number with existing inspection machines is put forward. It is only necessary to add a code reader of any provenance to the existing apparatus. A micro-computer then links the code reader to the inspection machines and allows classification of the defect data by mould number. This provides the basic data for a cold end information system which makes summaries of defect data available at the machine and for management information.

Détermination des pièces manquées rapportée aux numéros de moule et exploitation des données sur une machine de contrôle du verre creux

Différents fabricants ont mis au point récemment des trieuses pour l'industrie du verre creux qui, équipées d'un micro-ordinateur, d'un lecteur de codes et de plusieurs postes de contrôle, sont en mesure, non seulement d'éliminer les emballages défectueux, mais aussi de connaître la quantité de défauts provenant d'un même moule. L'emploi de ces trieuses implique que soient définis les types de défauts détectables. Les autres trieuses traditionnelles ne se prêtent qu'incomplètement ou pas du tout à un traitement informatique.

On présente une installation qui fournit des données sur les pièces manquées avec identification du numéro de moule et qui exploite le parc des trieuses existant. Il faut seulement adjoindre à la ligne de triage existante un lecteur de codes de n'importe quelle marque. Un micro-ordinateur relie les trieuses au lecteur de codes et fournit les données en question. Celles-ci forment la base d'un système d'information au bout froid qui signale aussi bien les défauts à la machine, qu'il met à la disposition toute information pour les décisions de managers.

1. Iststand in der Hohlglasproduktion hinsichtlich Ausschlußfassung und -auswertung

Eine Glasmaschine mit bis zu zehn unabhängigen Stationen mit jeweils einer bis vier Formen, in der Regel jedoch zwei Formen, produziert Behälter, die unmittelbar nach der Verfestigung in einen Kühllofen mit einer Durchlaufzeit von etwa 1 h zum Zweck der Entspannung aufgegeben werden. Erst nach Verlassen des Kühllofens ist eine genaue Qualitätskontrolle möglich, die zum Teil 100%ig mit automatischen Inspektionsgeräten durchgeführt wird. Diese Inspektionsgeräte sind mit einem Transportband, das dem Behältertransport dient, zu einer Inspektionslinie

verbunden. Die automatischen Inspektionsgeräte prüfen z. B. auf Risse, Wanddickenabweichungen, Mündungsmaßabweichungen und Einschlüsse im Glas und werfen Behälter mit solchen Defekten aus (Bild 1).

Für eine Ausschlußfassung steht jeweils ein Zählwerk an der Inspektionsmaschine zur Verfügung, das manuell abgelesen werden muß. Statistische Qualitätskontrollen in einem Prüflabor in regelmäßigen Zeitabständen runden das Qualitätsbild der Produktion ab. Zum Erkennen formabhängiger Fehler kennzeichnet jede Form in der Glasmaschine den produzierten Behälter mit einer Formnummer. Ein

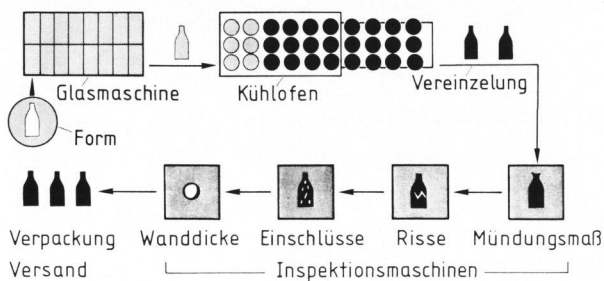


Bild 1. Beispiel einer Glasproduktionslinie.

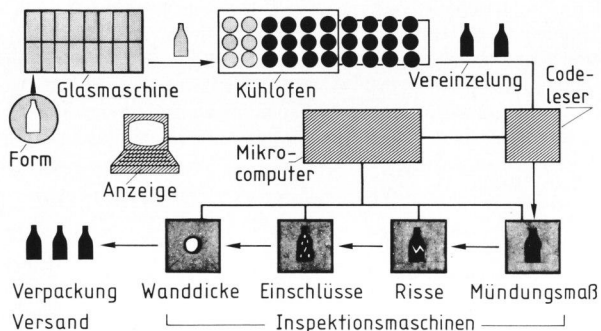


Bild 2. Beispiel einer Glasproduktionslinie auf der Grundlage maschinell lesbarer Formnummern an den Glasbehältern.

durch defekte Formen hervorgerufener Fehler kann im allgemeinen, bedingt durch die Kühllofenlaufzeit und den Kontrollrhythmus des Prüflabors, erst etwa 1 h nach dem ersten Auftreten erkannt und seine Beseitigung durch Wechseln der defekten Formen veranlaßt werden.

2. Wege zur schnelleren Fehlerursachenerkennung

Durch eine automatische Zuordnung der von Inspektionsmaschinen als defekt erkannten Behälter zu der fehlerverursachenden Form sowie durch Ermittlung der zugehörigen Trends kann die Reaktionszeit bis zur Ausschaltung der Fehlerursache an der Glasmachine erheblich verkürzt werden.

Eine maschinell lesbare Formnummer an den Behältern, angebracht durch die Form selbst, bildet dazu die Voraussetzung. Es handelt sich hierbei um einen 7-Bit-Binärcode. Mit Hilfe eines Mikrocomputers wird die von einer Codelesemaschine (Bild 2) gewonnene Information über Reihenfolgen von identifizierten Behältern mit einem Korrelationsverfahren an den Inspektionsmaschinen verwendet, so daß eine kontinuierliche Aufzeichnung und automatische Auswertung der als defekt erkannten und ausgeworfenen Behälter hinsichtlich ihrer Herkunft und somit der fehlerverursachenden Form erfolgen können. Für diesen Bereich wird z. Z. von einem namhaften Hersteller von Glasmachines und Zubehör eine kompakte Inspektionsmaschine entwickelt, die aus

einzelnen Prüfstationen für einige Fehlerarten und einem Codeleser besteht. Diese Maschine erlaubt ebenfalls die Zuordnung von auftretenden Fehlern zu einer bestimmten Formnummer, hat jedoch den Nachteil einer Festlegung hinsichtlich der erkennbaren Fehlerarten und verbietet eine flexible Gestaltung der Prüflinien, da nur die im Gerät eingebauten Prüffunktionen in das Informationssystem einbezogen sind und weitere Inspektionsmaschinen in das Informationssystem nicht mit formnummernbezogenen Aussagen eingehen können.

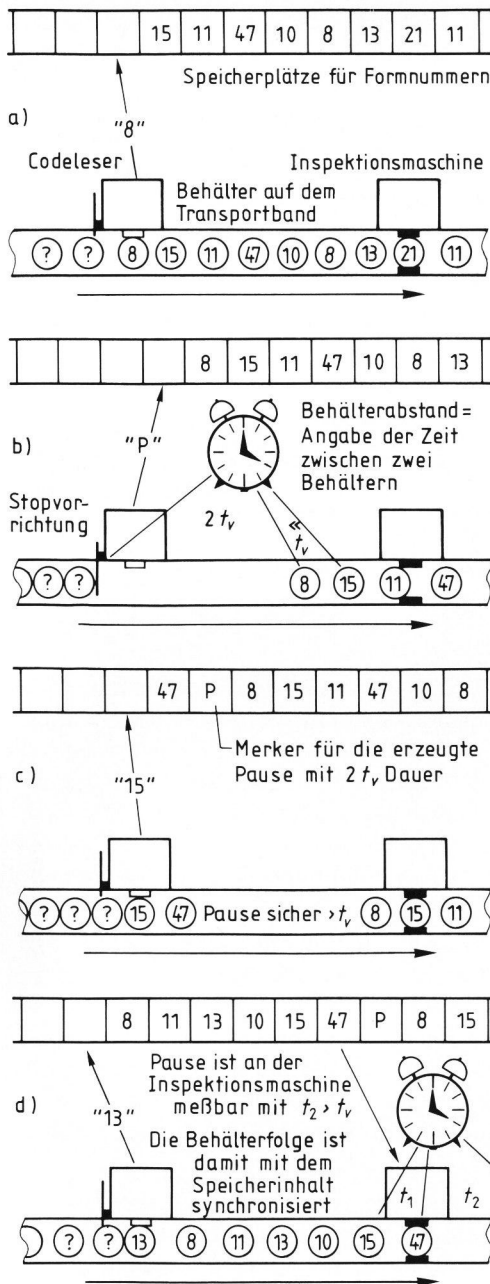
Das hier vorgestellte System zeichnet sich dadurch aus, daß an jeder beliebigen Hohlglaslinie nur minimale Veränderungen (Zählstationen, Weichen) erforderlich sind, da die Grundidee auf einer Nachbildung des Prozesses in einem Rechner mit laufender Nachführung durch den Prozeß selbst basiert. So ist gewährleistet, daß bestehende wie auch zukünftige individuelle Sortiermaschinen für diverse Fehlererkennung in das System integriert werden können.

Diese Integration einer Inspektionsmaschine beliebigen Fabrikates ist sehr einfach, da von der Inspektionsmaschine nur das Signal „Prüfung beendet“ und, wenn ein Behälter ausgesondert wurde, das Signal „Behälter defekt“ zum Mikrocomputer übertragen werden müssen. Beide Signale werden in den meisten Sortiermaschinen zur internen Verwendung erzeugt und können leicht auf einen Anschluß geführt werden. Bei Codelesegeräten ist ein Anschluß zum Übertragen der gelesenen Nummer gegeben.

3. Korrelationsverfahren

Voraussetzung für die Funktion des Korrelationsverfahrens ist, daß die Reihenfolge der Behälter nach Passieren eines Codelesers beim Durchlauf durch die anschließenden Sortiermaschinen überwiegend unverändert bleibt bzw. nur kontrolliert verändert wird. Die nachfolgend dargestellten Teilfunktionen des Prozeßmodells im Mikrocomputer (Bilder 3a bis d) werden von den Ereignissen ihrer zugeordneten Geräte gesteuert und laufen deshalb starr synchron zu den Abläufen auf der Inspektionslinie.

Behälter, die den Codeleser passieren, werden identifiziert, und der Codeleser meldet die Formnummer jedes Behälters dem Mikrocomputer (Bild 3a). Dieser legt die gelesenen Nummern der Reihe nach im Speicher ab. Ist eine bestimmte Anzahl der Behältercodes, z. B. 200, gelesen worden, so blockiert der Mikrocomputer den Einlauf der Behälter in den Codeleser mit Hilfe einer am Codelesereinlauf angebrachten Vorrichtung für eine Zeit $2t_v$, die einem Durchlauf von etwa zehn Behältern durch den Codeleser entsprechen würde. Dadurch entsteht auf dem Gliederkettenförderer im Behälterstrom eine Lücke, die den sonst zwischen zwei Behältern üblichen Abstand wesentlich über-



Bilder 3a bis d. Funktionsschema für die Nummernzuordnung;
 a) Ablage der gelesenen Formnummern im Speicher,
 b) „Behälterpause“,
 c) Ablage der gelesenen Formnummern im Speicher mit Angabe der Pausenzeit,
 d) Synchronisierung der Behälterfolge mit dem Speicherinhalt.

schreitet. Das Einlegen einer solchen „Behälterpause“ wird im Speicher hinter der zuletzt gelesenen Formnummer vermerkt (Bild 3b). Nach Ablauf der Pausenzeit passieren wieder Behälter den Codeleser, deren Formnummer wie zuvor geschildert im Speicher abgelegt wird (Bild 3c).

Parallel ablaufend zu dieser Teilfunktion erhält der Mikrocomputer laufend die Sortiermaschinensignale. Sie werden folgendermaßen verarbeitet: Der Mikrocomputer mißt die Zeit zwischen den letzten

*** WANDSTÄRKEMESSUNG ***						14:33
GESAMT GEPRÜFT :		8532				
GESAMT AUSWURF :		78 = 0.91 %				
FORM	STCK	%	FORM	STCK	%	
12	5	6.41	12	1	1.28	
22	22	28.00	24	2	2.56	
1	1	1.28	29	1	1.15	
1	1	1.28	36	41	52.56	
4	4	5.12				

Bild 4. Darstellung der Fehlerinformation an der Glasmachine.

zwei „Prüfung-beendet“-Signalen einer Inspektionsmaschine. Liegt diese Zeit im Bereich der Dauer einer der erzeugten Behälterpausen, so sucht der Mikrocomputer im Speicher den Ort der zuletzt erzeugten Pause auf und nimmt dann an, daß der soeben geprüfte Behälter die als nächste im Speicher befindliche Formnummer trägt (Bild 3d). Damit ist das Modell mit dem Prozeß synchronisiert. Mit jedem Signal „Prüfung beendet“ dieser Inspektionsmaschine rückt der Mikrocomputer im Speicher um eine Formnummer weiter vor. Kommt von der Inspektionsmaschine zusätzlich zum Signal „Prüfung beendet“ das Signal „Behälter defekt“, so ist damit dem Mikrocomputer die Identität des defekten Behälters bekannt, und die Formnummer steht für eine weitere Verarbeitung zur Verfügung. Mit jeder vor dem Codeleser erzeugten Behälterpause erhält der Mikrocomputer die Möglichkeit, den Synchronismus Modell-Prozeß zu überprüfen.

Die im Modell erwartete Behälterpause muß mit der im Prozeß vorhandenen zusammenfallen. Dies ist bei fast allen Störereignissen, wie z. B. Behälterstau, Wegnahme von Behältern vom Band usw., nicht mehr gegeben. Zeigt ein solcher Soll-Ist-Vergleich ein negatives Ergebnis, so betrachtet der Mikrocomputer sicherheitshalber alle seit der letzten Behälterpause in eine Auswertung eingegangenen Behälter als unidentifiziert und ändert die Auswertungen dahingehend. Mit der nächsten Behälterpause wird dann die Neusynchronisation wie bereits erläutert durchgeführt.

Dieses Korrelationsverfahren wurde mit Versuchen überprüft, bei denen an einer Inspektionslinie ein Codeleser und eine nachfolgende Wanddickeninspektionsmaschine an einen Personalcomputer angeschlossen wurden. Das Versuchsergebnis (Bild 4) zeigte, daß die Vorgänge auf den Transportbändern und in den Inspektionsmaschinen ausschließlich aus den Signalen der Inspektionsmaschinen und deren zeitlichen Zusammenhängen ermittelt werden können, sofern der Ablauf ohne mechanische Störung

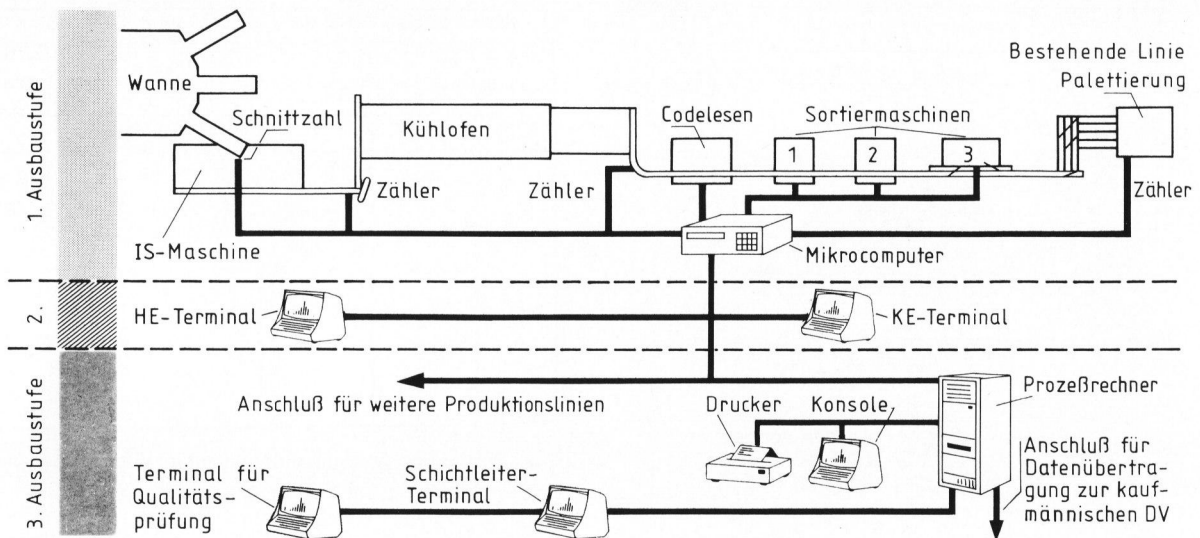


Bild 5. Schematische Darstellung des modularen Kaltende-Informationssystems.

bleibt. Das heißt, daß jeder einmal identifizierte Behälter rechnerisch auf der Inspektionslinie verfolgt werden kann. Wird ein Behälter von einer Inspektionsmaschine ausgeworfen, so ist seine Identität bekannt. Weiterhin haben die Versuche gezeigt, daß gelegentliche Störereignisse, bei denen der Formnummer/Fehler-Bezug für einen Pulk von Behältern zwischen zwei Behälterpausen verlorenggeht, für die Auswertung der gewonnenen Daten nahezu unerheblich ist, da nur bei gleichzeitigem Auftreten der zwei statistischen Ereignisse „Verlust des Formnummer/Fehler-Bezugs“ und „Behälter defekt“ ein echter Informationsverlust entsteht. Diese Eigenschaft zusammen mit der Fähigkeit einer automatischen Neusynchronisation macht das Verfahren fehlertolerant.

Im Versuch wurde, um ein überschaubares Rechnerprogramm zu erhalten, die Auswertung auf das Aufsummieren der Defekte pro Form beschränkt, doch selbst in dieser Darstellung, ohne den Komfort einer Trendmeldung, lassen sich formnummernbezogene Defekte gut erkennen.

4. Kaltende-Informationssystem auf der Grundlage des Korrelationsverfahrens

Zur Anwendung des Verfahrens entlang einer ganzen Inspektionslinie ist der Personalcomputer jedoch zu langsam und zu klein. Deshalb wird die unmittelbare Zuordnung der Formnummern einem speziell dafür ausgestatteten Mikrocomputer übertragen, der eine Inspektionslinie mit maximal zwei Codelesern, 30 verschiedenen Fehleraussagen, aufgeteilt auf bis zu acht Inspektionsmaschinen, sowie zwei Weichen und Zusammenführungen zur Aufteilung des Behälterstromes bei Geschwindigkeitsproblemen handhaben kann (Bild 5). Damit lassen sich die meisten Inspektionslinienkonfigurationen abdek-

ken. Weiterhin besteht eine Anschlußmöglichkeit für drei Zähler. Dieser Mikrocomputer summiert die gewonnenen Informationen in Zählern und gibt sie auf Anfrage einer hierarchisch übergeordneten Datenverarbeitungsanlage an diese ab. Außerdem können für ein Minimalsystem oder zu Kontrollzwecken die Daten unmittelbar am Mikrocomputer abgefragt werden.

Für die übergeordnete Datenverarbeitungsanlage gibt es mehrere Möglichkeiten. Bei Ausstattung von nur einer Inspektionslinie mit diesem System bietet sich die Verwendung eines Personalcomputers an der Glasmaschine an, der, durch den Mikrocomputer vom Echtzeitablauf befreit, ohne Zeit- und Kapazitätsprobleme mit einem Drucker Auswertungen pro Schicht, Tag und Serie erstellen kann.

Aufsummiert werden die Ausbeute total und formbezogen, relativ und absolut sowie der Ausschuß pro Fehlerart total und formbezogen, relativ und absolut. An der Glasmaschine stehen als Hilfen zur Produktionsverbesserung Trendanzeigen der erfaßten Fehler pro Form zur Verfügung, die mit gegebenen Grenzwerten vom Rechner überwacht werden. Am Mikrocomputer oder am Personalcomputer können weitere, nicht maschinell erfaßte Fehler mit in die Auswertung eingebracht werden. Zwischen heißem und kaltem Ende ist über Personalcomputer und Mikrocomputerbedienteil ein Nachrichtenaustausch in Form eines Briefkastensystems möglich.

Werden mehrere räumlich zusammenliegende Produktionslinien nach diesem Verfahren überwacht, so empfiehlt sich als übergeordnetes System die Verwendung eines zentralen Prozeßrechners. Dies bietet neben den zuvor angeführten Möglichkeiten der Auswertung den Anschluß zentraler Stellen wie z. B. des Qualitätslabors oder des Schichtleiterbüros, jeweils mit den Möglichkeiten zur Abfrage der Daten

und Auswertungen oder zum Einbringen zusätzlicher Informationen.

Bedingt durch die größere Rechen- und Speicherkapazität gegenüber dem Personalcomputer werden Betriebsdatenerfassungsanwendungen beginnend mit Glasmascinenausfallzeiten und Formenwechselerfassen bis hin zur Fertigmeldung verpackter Paletten möglich. Dazu kann der Prozeßrechner online oder offline über Disketten mit dem kaufmännischen Rechner der Glasfabrik Daten austauschen.

Die gegebene Darstellung der Verarbeitungsmöglichkeiten erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und soll nur verdeutlichen, wie die vom Mikrocomputer gelieferten Informationen sinnvoll aufbereitet werden können.

Die wirtschaftliche Bedeutung eines solchen Systems ist zahlenmäßig nur schwer zu beurteilen. Das bisher in Sortierung und Qualitätskontrolle

angewendete System hat seinen Nachteil in dem schwerfälligen und menschlichen Unzulänglichkeiten unterliegenden Informationsfluß zwischen Sortierung und Fertigung. Zusätzlich erschwert wird diese Kommunikation durch den technisch bedingten Zeitunterschied zwischen Fertigung und Sortierung im Kühlprozeß. Eine Automatisierung der Informationserkennung und -verarbeitung bewirkt

- a) schnellere Information,
- b) verlässlichere Information,
- c) schnellere und zielgerichtete Beseitigung von Fehlerursachen,
- d) Minderung der Arbeitsplatzbelastung,
- e) Verbesserung in der Betriebsdatenerfassung.

Alle diese Punkte sind dazu geeignet, die Produktivität einer Hohlglaslinie zu steigern und die Qualität des Produktes zu verbessern.

83R0801