

## Effizienzüberwachung und Fehlerdiagnose an verketteten Verpackungslinien

Prof. Dr. H.-C. Langowski  
Technische Universität München

### Problemstellung

Die Effizienzkennzahlen von Abfüll- und Verpackungslinien für Lebensmittel können heute mit automatischen Datenerfassungssystemen, vielfach auf Basis standardisierter Schnittstellen, erfasst werden. Die Vielzahl der verkoppelten Spezialmaschinen und Transporteinrichtungen mit ihren mechanischen und elektronischen Komponenten führt dazu, dass Gesamtanlagen nur Verfügbarkeiten von 40-70 % erreichen. Ein automatisches Erkennen der Ursachen für Effizienzminderungen wurde aufgrund der Wechselwirkungen innerhalb der verketteten Linien (vgl. z. B. Bild 1) bislang noch nicht realisiert.

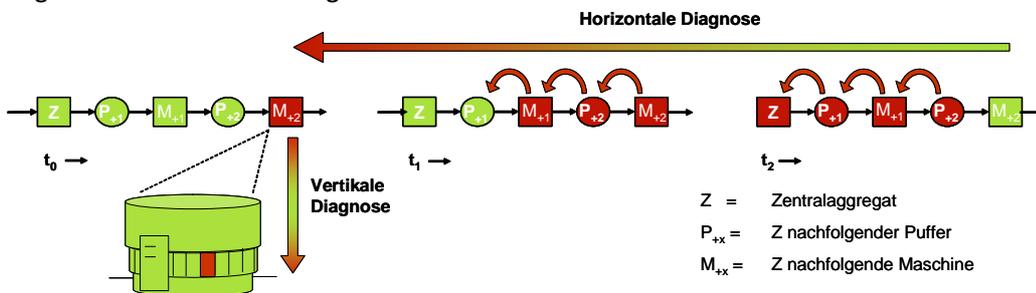


Bild 1: Zum Zeitpunkt  $t_0$  befindet sich die Maschine  $M_{+2}$  in einer Störung. Diese Störung führt bis  $t_1$  durch einen Rückstau zum Stillstand von  $M_{+1}$ . Nach  $t_2$  hat sich der Stillstand bis zum Zentralaggregat Z fortgepflanzt, der Stillstandsverursacher selbst ist jedoch schon wieder in Betrieb. Eine Lokalisierung der Fehlerquelle erfordert daher sowohl eine Betrachtung der zeitlichen Abfolgen in der gesamten Anlage als auch eine Analyse der einzelnen Maschine.

### Globale Vorgehensweise

Im von der AiF geförderten Gemeinschaftsforschungsprojekt „LineMod“ (233 ZBG) wurden kontextfreie Modellkomponenten entwickelt, die zusammen mit den Strukturinformationen ein abstraktes Beschreiben des Verhaltens verketteter Linien erlauben. Auf Grundlage dieser Modellierung wurden Diagnosealgorithmen zum Auffinden von Verursachern für Effizienzverluste erarbeitet. Diese Methodik wurde mit Simulationen und Praxisfällen verifiziert.

### Ergebnisse

Ein erster, aus Regeln abgeleiteter rekursiver Algorithmus verfolgt hierzu die Fehlerfortpflanzung entlang der verschiedenen Materialströme. Simulationsdaten und Praxisfälle zeigten eine gute Korrelation zu den Ergebnissen der rechnerischen Diagnose. Allerdings ist dieser Lösungsansatz auf nahezu vollständige Beobachtungsdaten zu allen Anlagenkomponenten angewiesen. In einem zweiten Ansatz werden alle möglichen Fehlermodelle mit verfügbaren Beobachtungsdaten verglichen und die Verursacher im Ausschlussverfahren eingegrenzt. Wie Versuche hierzu zeigen, ermöglicht auch dieser modellbasierte Algorithmus exakte Diagnosen nur bei guter Datenqualität. Beim Fehlen von Beobachtungsdaten kann die Zahl der möglichen Effizienzminderer zumindest deutlich eingeschränkt werden.

### Ausblick

Für die weitere noch ausstehende Projektlaufzeit sind Demonstratorapplikationen bei industriellen Abfüll- und Verpackungsanlagen geplant. Hierzu werden die Diagnosealgorithmen als Auswertefunktionen in bestehende Datenerfassungssysteme implementiert. Dies ermöglicht den Praxistest und eine Bewertung über längere Zeiträume. Für die Zukunft sind weitere innovative Auswertefunktionen vorstellbar, wie die Konsistenzüberprüfung aufgezeichneter Betriebsdaten oder die Prognose von Anlagenstillständen.

**Prof. Dr. Horst-Christian Langowski**

Technische Universität München  
Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW  
Lehrstuhl für Lebensmittelverpackungstechnik  
Weihenstephaner Steig 22  
85350 Freising-Weihenstephan

Tel: 08161 – 71-3437

Fax 08161 – 71-4515

E-Mail: [langowski@wzw.tum.de](mailto:langowski@wzw.tum.de)

Internet: [www.wzw.tum.de/lvt/](http://www.wzw.tum.de/lvt/)



- Studium der Physik an der Universität Hannover
- 1981 – 1991 Entwicklungsingenieur und Projektmanager bei Philips
- 1985 – 1989 Promotion an der Universität Hannover
- Wissenschaftliche Laufbahn in der Fraunhofer-Gesellschaft
  - Seit 1991 am Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV), Freising
  - Seit 1992 Abteilungsleiter
  - Seit 1997 Stellvertretender Institutsleiter
  - 2000 – 2003 Sprecher des Fraunhofer-Verbundes Polymere Oberflächen
  - Seit 2004 Institutsleiter
- Wissenschaftliche Laufbahn an der Technischen Universität München
  - 1995 – 2003 Lehrbeauftragter für Verpackungstechnik (Fakultät für Maschinenwesen)
  - Seit 2003 Lehrstuhlinhaber für Lebensmittelverpackungstechnik (Wissenschaftszentrum Weihenstephan)
- Arbeitsgebiete/Forschungsschwerpunkte
  - Kunststoffverpackungen: Extrusion, Beschichtung, Barrierematerialien
  - Verpackungsprozesse