



LineMod

Diagnosemodelle für verkettete Abfüll- und Verpackungslinien in der Lebensmittelindustrie

Das IGF-Forschungsvorhaben, Projektnummer 233 ZBG, wurde aus Haushaltsmitteln des BMWA über die  Fördervariante ZUTECH finanziert.

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung!



LineMod - Projektverbund



➤ Verbände

Wissenschaftsförderung
der Deutschen Brauwirtschaft e.V.



Forschungskuratorium
Maschinenbau **FKM**



GENOSSENSCHAFT DEUTSCHER BRUNNEN eG

IVLV Industrievereinigung für
Lebensmitteltechnologie
und Verpackung e.V.

➤ Firmen



➤ Institute

LVT
Lehrstuhl für Lebensmittel-
verpackungstechnik

MQM Model-Based Systems & Qualitative Reasoning
Group of the Technical University of Munich

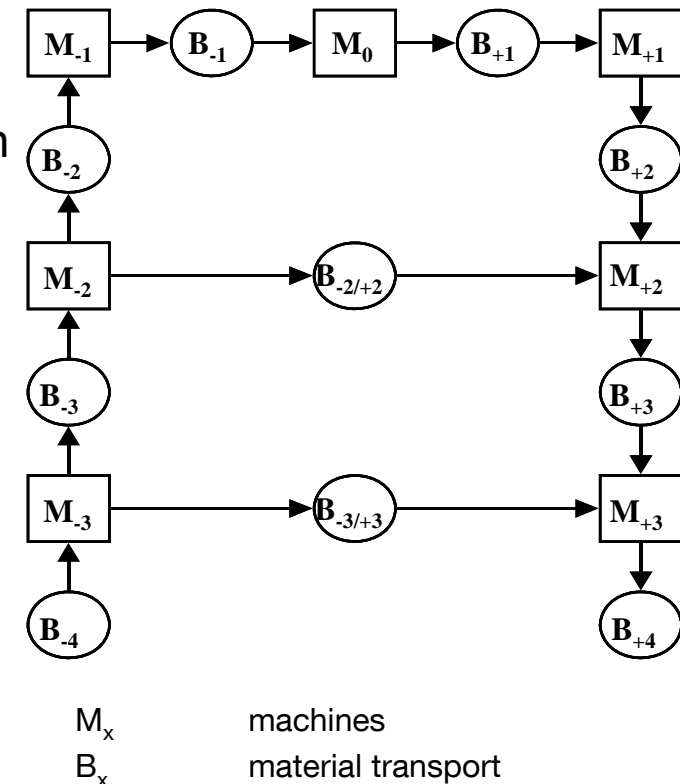
IVV
Fraunhofer Anwendungszentrum
Verarbeitungsmaschinen
und Verpackungstechnik

Problemstellung:

- ⇒ hochkomplexe verkettete Anlagen
- ⇒ Verbindungen durch Haupt- und Nebenströmen
- ⇒ Vielzahl von Komponenten
- ⇒ Sensible Packgüter
- ⇒ Gewährleistung eines guten Wirkungsgrads

Aktuelle Diagnosemöglichkeiten:

- ⇒ Stichprobenartige Schwachstellenanalyse
- ⇒ statistische Auswertungen von Betriebsdaten



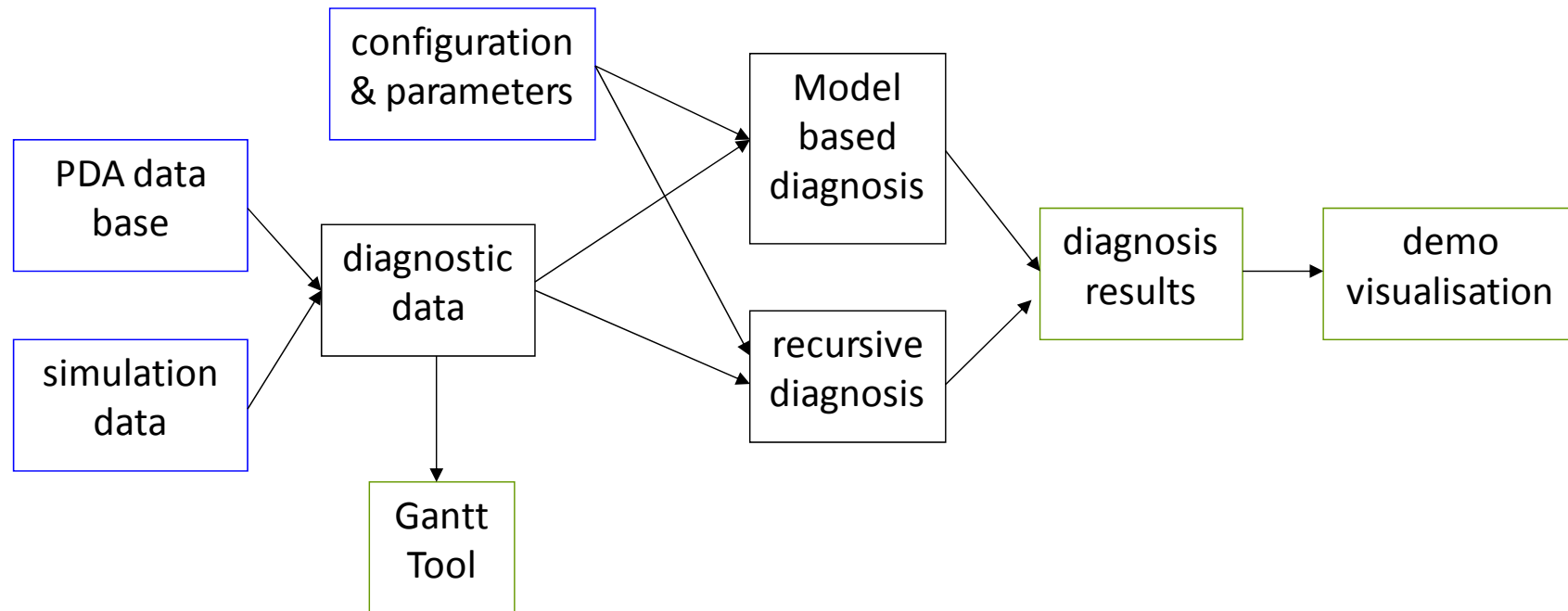
- Entwicklung neuer Diagnosemöglichkeiten im Rahmen des LineMod-Projekts



Diagnosemodell für verkettete Abfüll- und Verpackungslinien in der Lebensmittelindustrie (LineMod)

➤ Ziele:

- ⇒ Strukturierte Vorgabe für Diagnosedaten
- ⇒ Modular anpassbares, horizontales Diagnosemodell
- ⇒ Vertikale Diagnosebausteine
- ⇒ Algorithmen für die Verursacherdiagnose
- ⇒ Erprobung im Modellmaßstab



➤ Übersicht über die Systemarchitektur

- ⇒ *configuration & parameter*: Beschreibung der Anlage
- ⇒ *diagnostic data*: standardisierte Datengrundlage
- ⇒ *Gantt Tool*: Visualisierung der *diagnostic data*
- ⇒ *m.b./rec. diagnosis*: Diagnosealgorithmen
- ⇒ *diagnosis results*: stand. Vorgabe der Diagnoseergebnisse
- ⇒ *demo visualisation*: graph. Aufbereitung der Ergebnisse

➤ “Diagnostic data”

- ⇒ Datenpunkte basierend auf die “Weihenstephan Standard für die Betriebsdatenerfassung bei Getränkeabfüllanlagen“ (WS)
- ⇒ Verdichtung auf wesentliche Daten (z. B. Betriebszustände)

mach_id	type_id	start_time	end_time	int_value	real_value	bool_value
9001	2	1199142180	1199142185	128	NULL	NULL
9001	3	1199142805	1199142810	NULL	51	NULL
9001	4	1199144265	1199144270	NULL	79	NULL
9001	2	1199142185	1199142192	8	NULL	NULL
...						

Tabelle *diagnostic data* (Ausschnitt)

mach_id: Maschinen ID
 type_id: (siehe Tabelle)
 start/end_time: Zeitraum
 values: Werte

type_id	Typ	Datentyp	Beschreibung
1	Q	real	Ausbringung der Maschine
2	state	int	Betriebszustand nach Weihenstephaner Standard 2005
3	counterin	real	Gebindezähler in die Maschine hinein
4	counterout	real	Gebindezähler aus der Maschine heraus

Tabelle *type_id* (Ausschnitt)

➤ Visualisierung der *diagnostic data*

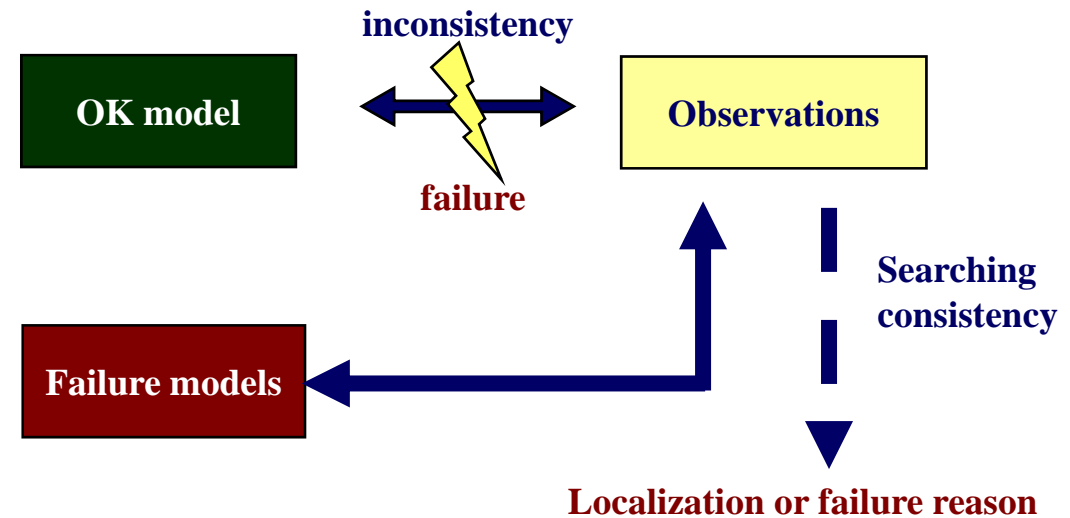


➤ Aufgaben:

- ⇒ Kontrolle der Datengrundlage
- ⇒ Validieren der Diagnoseergebnisse
- ⇒ Visualisierung von Diagnoseergebnissen

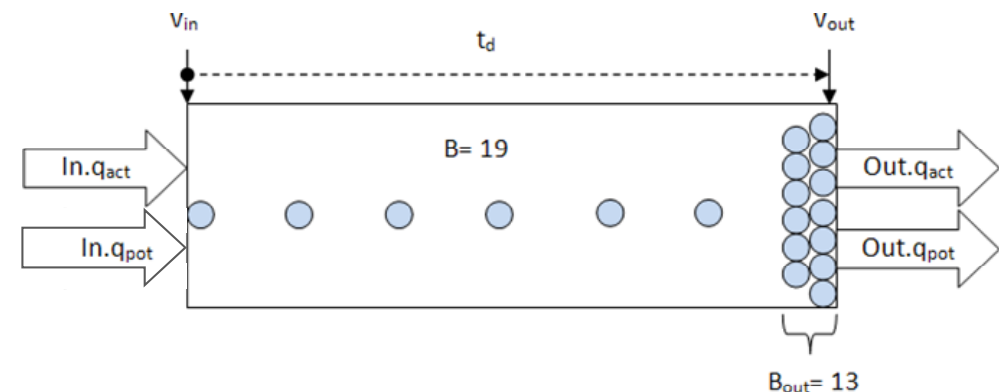
➤ Funktionsweise:

- ⇒ Vergleich zwischen Beobachtung und Fehlermodell
- ⇒ Bei Konsistenz Fehlergrund identifiziert



➤ Ausprägung:

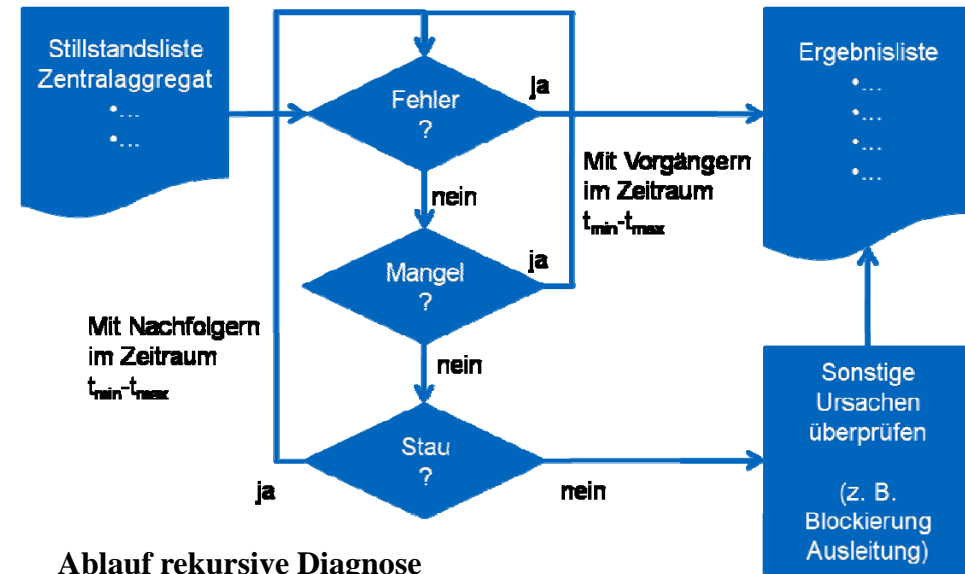
- ⇒ Kontextfreie Modellierung
- ⇒ Keine Modellierung der Steuerung
- ⇒ Physikalisches Modell des OK-Modus
- ⇒ Modell enthält:
 - > Totzeiten der Komponenten
 - > Verbindungen zwischen den Komponenten
 - > Modelliert gestörte Objektströme
- ⇒ Modellkomponenten
 - > Solid Material Transporter (MT)
 - > Separate Element (SE)
 - > Combine Element (CE)
 - > Transportation Connector (TC)



Beispiel MT (material transporter)

➤ Funktionsweise:

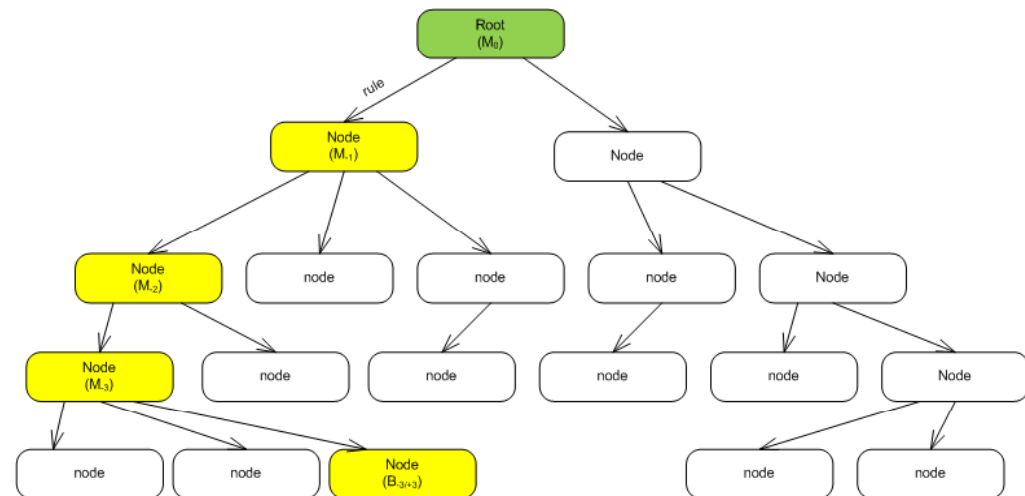
- ⇒ Ausgangspunkt: Füllerstillstand
- ⇒ Zeitlich indizierte Abfrage von Maschinenzuständen auf Fehlerzustände
- ⇒ Rekursiver Algorithmus Aufruf bis Verursacher gefunden ist



Ablauf rekursive Diagnose

➤ Ausprägungen:

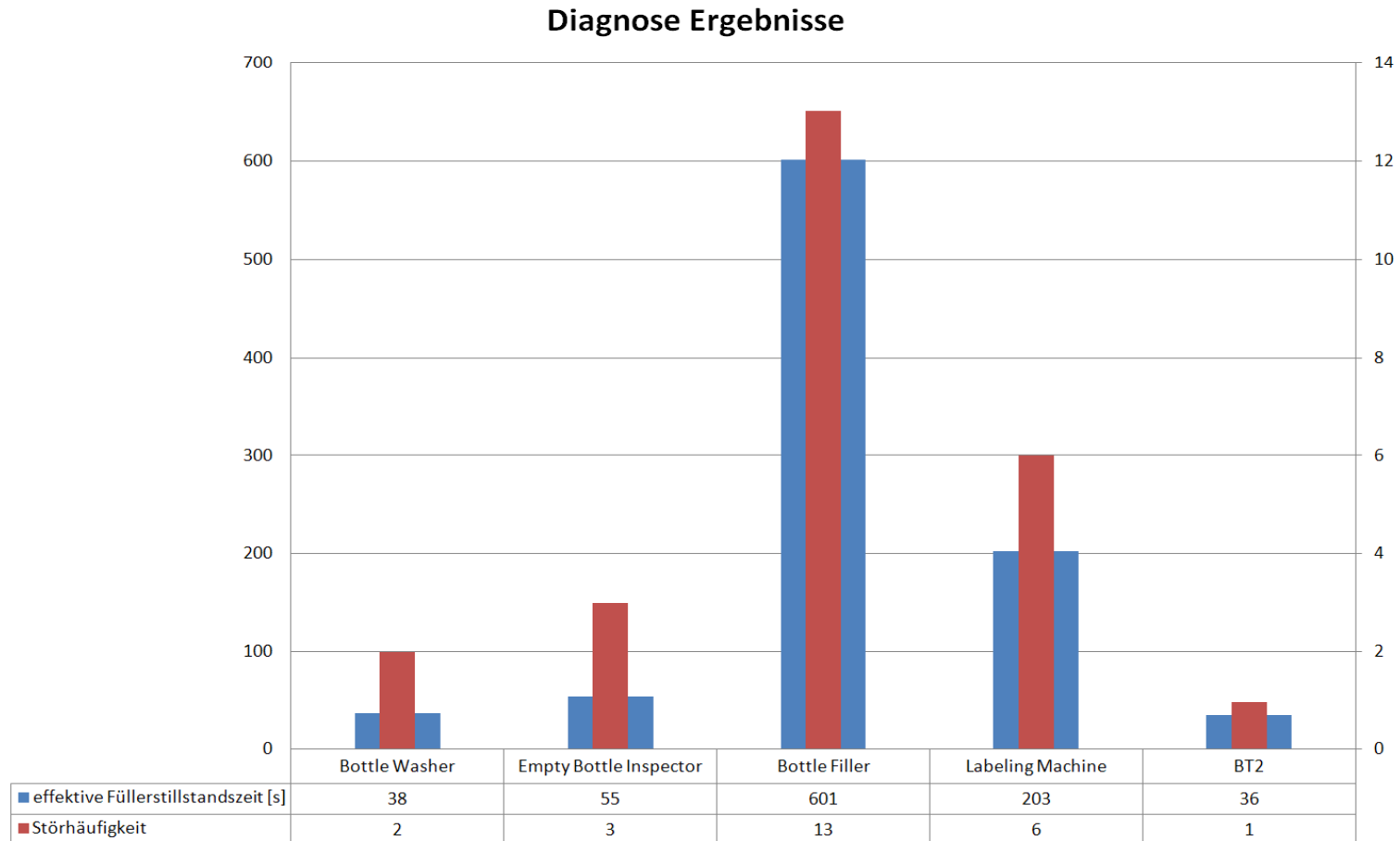
- ⇒ Fest vorgegebener Fehlerbaum
- ⇒ Anhand Fehlerweg lässt sich zeitliche Fehlerfortpflanzung nachvollziehen
- ⇒ Einfache Umsetzung des Codes
- ⇒ Adaption an neue Anlagen über eine Systemsdesign möglich



Fehlerbaum

➤ Lösung:

- ⇒ Excel basierte Auswertung der *diagnosis results*
- ⇒ Anzeige von einzelnen Störursachen möglich

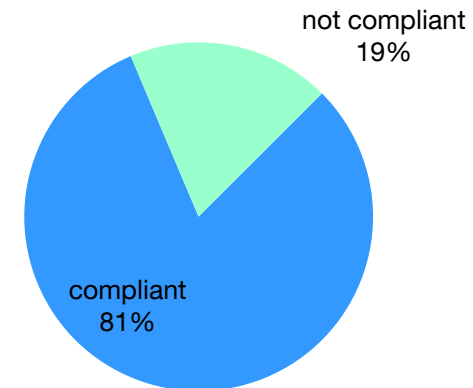


➤ Diagnoseergebnisse

Rekursiv Diagnosis

	Anzahl	compliant	not compliant
Eigenfehler	256	256	0
Lack	122	94	28
Tailback	37	35	2
	415	385	30

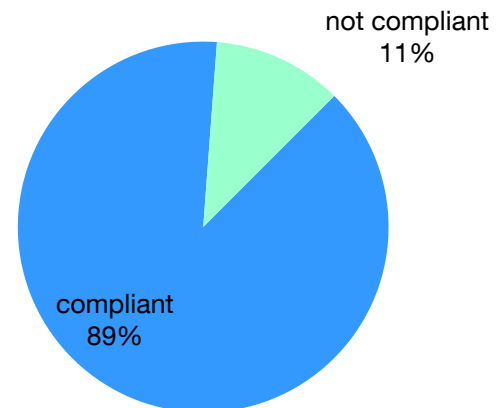
Rekursiv Diagnosis (ohne Eigenfehler)



Model-Based Diagnosis

	Anzahl	compliant	not compliant
Eigenfehler	256	256	0
Lack	122	107	15
Tailback	37	34	3
	415	397	18

Model Based Diagnosis (ohne Eigenfehler)



Erreichte Ergebnisse:

- *Modellbibliothek*
- *Strukturierte Vorgaben für Betriebsdaten*
- *Modular anpassbares, horizontales Diagnosemodell*
- *Vertikale Diagnosebausteine, exemplarisch für eine Maschinenklasse, nur theoretisch*
- *Im automatischen Diagnosesystem verknüpfte und im Praxismaßstab erprobte Modellkomponenten*

Fazit:

- **Flexible Lösungen, basierend auf**
 - ⇒ Anlagenstruktur und Parameter
 - ⇒ Standardisierten Betriebsdaten (diagnostic data)
- **Diagnosegüte für Füllerstillstände aufgrund von Mangel oder Stau > 90 %**
- **Weitere Herausforderungen**
 - ⇒ Ursachen für Minderleistungen
 - ⇒ Zusammenspiel mehrerer Fehler → verbesserte Fehlermodelle
 - ⇒ Gründe außerhalb der Abfüllanlage → Erweiterung Systemgrenzen
 - ⇒ Automatische Datenkonsistenzprüfung



➤ Ansprechpartner:



LVT

Lehrstuhl für Lebensmittel-
verpackungstechnik

Dipl.- Ing. Stefan Flad

Weihenstephaner Steig 22

D - 85354 Freising

Stefan.Flad@wzw.tum.de

Phone: +49 (0) 8161/ 71-4376