Automatisierte Prozessdiagnose

O. P. Leisin, Sindelfingen

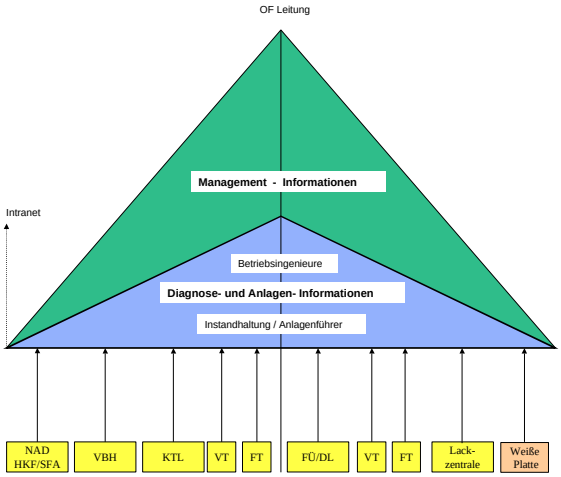
Gliederung des Vortrages

- Zielsetzung Diagnosetechnik
- Datenbasis und Analysefunktionalitäten Primas
- Automatische Realzeitüberwachung (RUBIN)
- Prinzipien von Rubin: Kennwerte und Fehleralgorithmen
- Beispiele für automatisierte Fehlerdiagnosen in einer ESTA-WBL-Station
- Visualisierung der gefundenen Fehler
- Aufwandsabschätzung für eine automatisierte Diagnose
- Potenzialabschätzung der automatisierten Diagnose
- Zusammenfassung

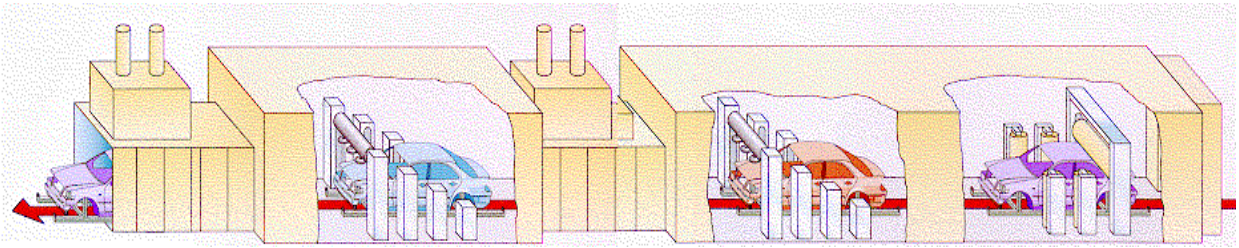
Aufgabenstellung Diagnosetechnik

Diagnosesystem zur Steigerung von Lackierqualität und Anlagenverfügbarkeit

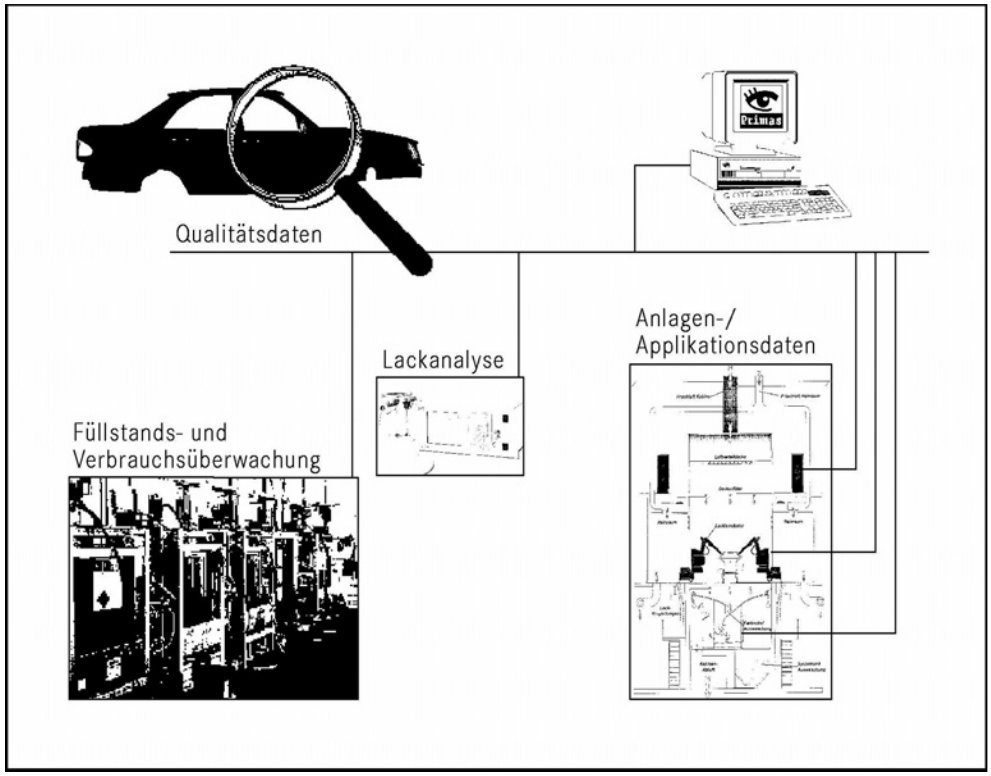
- Ziele und Aufgaben einer Diagnosetechnik
  - Schaffung von Transparenz in der Lackierung
  - Visualisierung der Lackierqualität und des Anlagenzustandes
  - Überblick über aktuelle Fehlerschwerpunkte
- Ursachenfindung für Lackierfehler und Anlagenausfälle
  - Manuelle Fehlerdiagnose
  - Automatisierte Fehlerdiagnose
- Fehlerbehebung und Fehlerkompensation
  - Automatische Anweisung von IH oder Lackversorgung
  - Regelungskompensation als kurzfristige Zwischenlösung



Diagnose- und Informationssystem in der Lackierung: Primas

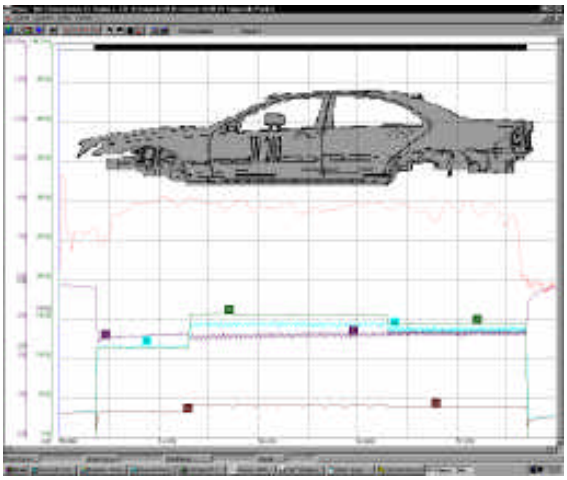


Datenankopplung an Primas

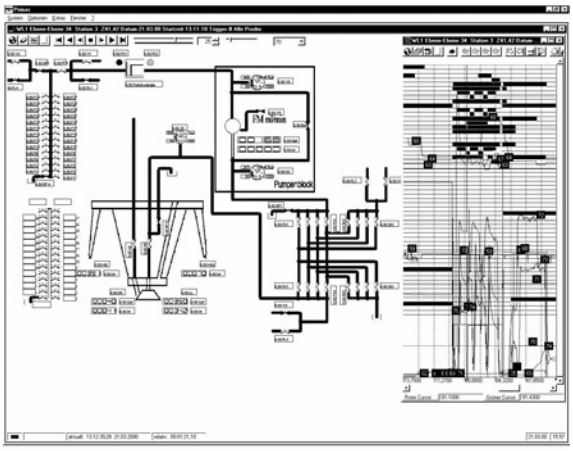


Ankopplung von Primas an unterschiedliche Datenquellen

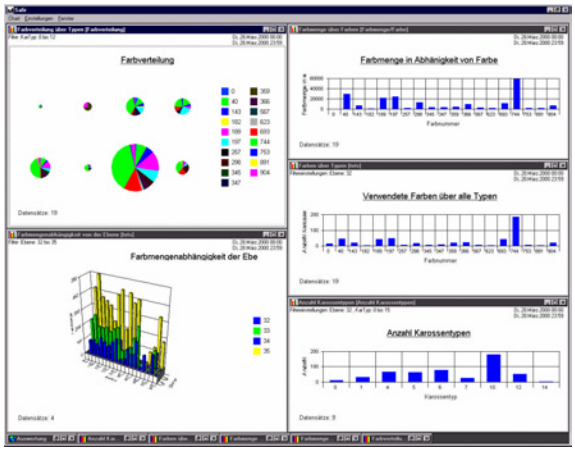
Visualisierungen in Primas



Fehleranalyse von Qualitätsschwankungen: gekoppelte Darstellung von Prozess- und Qualitätsdaten

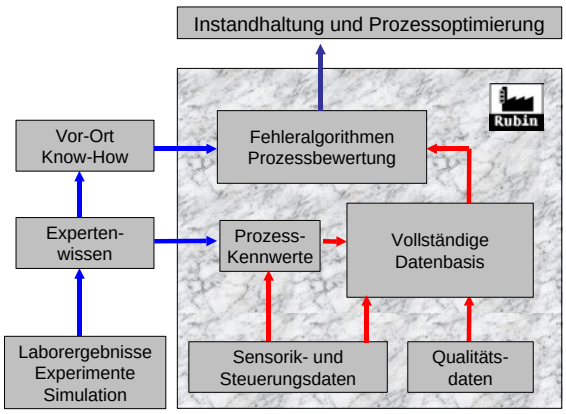


Fehleranalyse von Farbwechsel-Vorgängen: gekoppelte Darstellung der Applikations-Visualisierung und der x-t Grafik

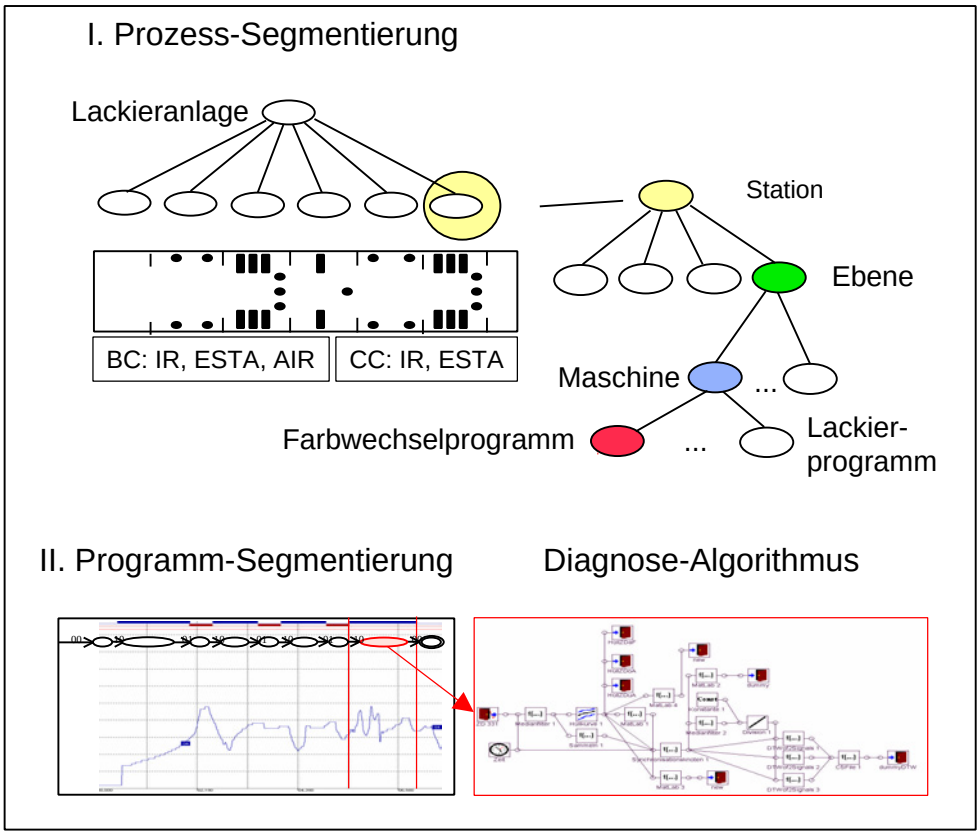


Statistische Auswertungen mit Safir: Taktzeiten, Verfügbarkeit, Verbräuche, Störungen

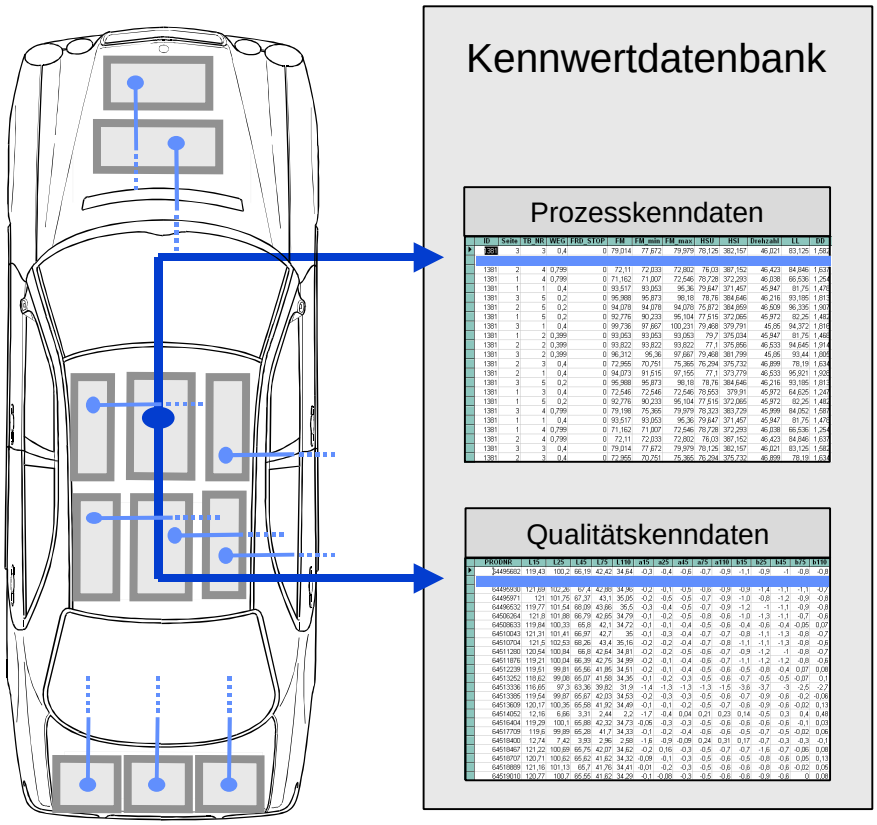
RUBIN: Werkzeug zur automatisierten Diagnose



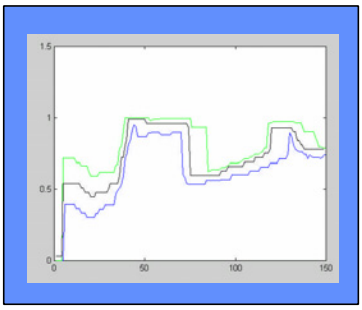
RUBIN zur **R**ealzeit-**Üb**erwachung von **In**dustrieanlagen



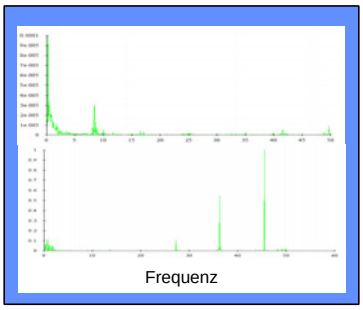
Segmentierung der Prozessdaten



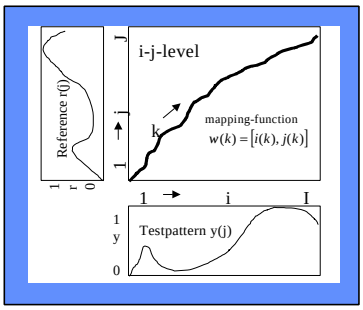
Verknüpfung von Prozesskenndaten und Qualitätsdaten



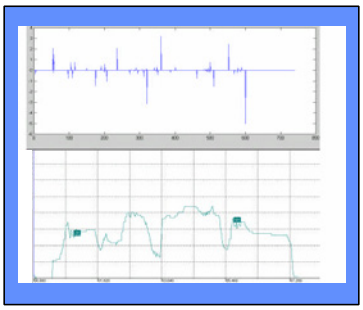
Datengenerierte Hüllkurve



Signal-Frequenzanalyse
Fast-Fourier-Transf. (FFT)

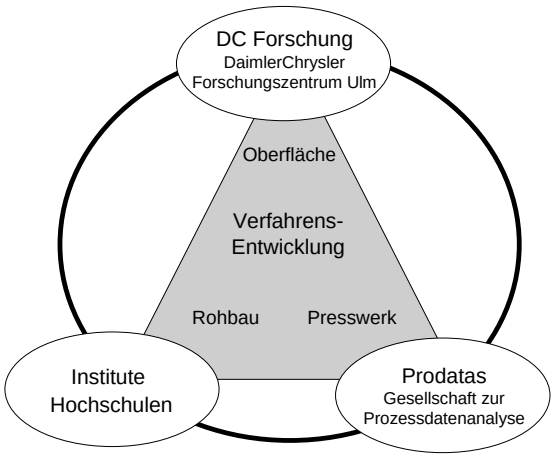


Qualitativer Formvergleich
Dynamic Time Warping (DTW)



Syntaktischer Vergleich auf Basis
von Signalcharakteristika
Trend-Umkehr-Potenziale (TP)

Diagnosemethoden (Beispiele)



Zusammenarbeit Diagnosealgorithmen

Haupt-Überwachungs-Objekte

Herstellerseitige Fehlermeldungen

- Auswertung der Einzel- und Sammelfehlermeldungen
- SPS-Störmeldungen

Applikationstechnik:

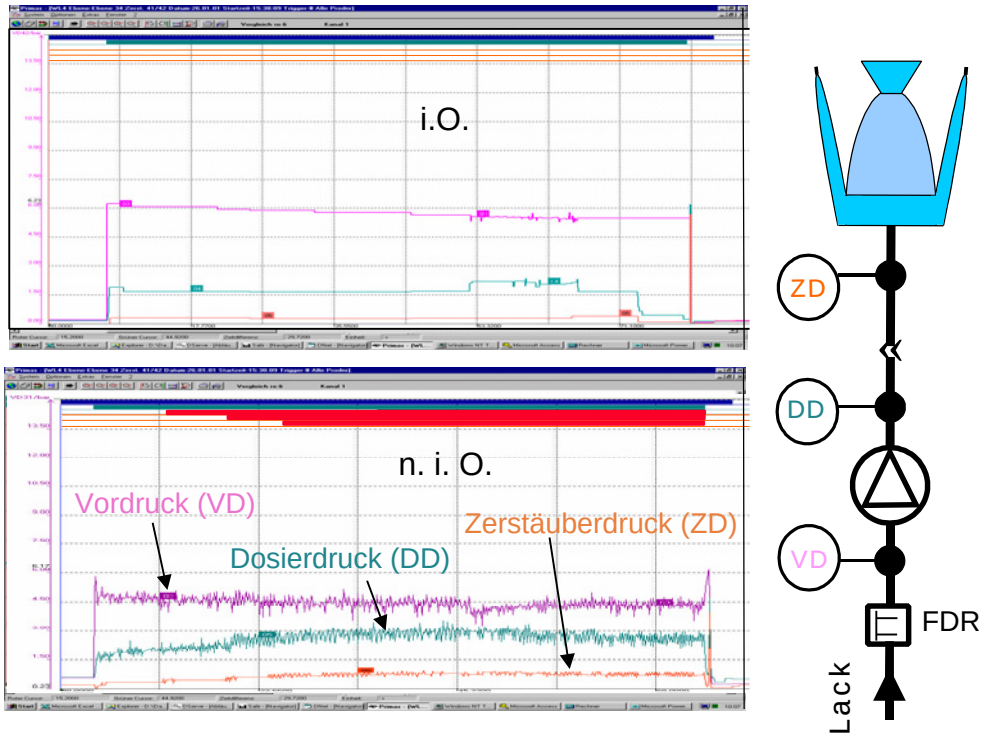
- Parametrierung der Applikationsparameter, Konturprogramme
- Bauteilfunktionen, Farbwechselablauf,
- Zusammenspiel der Lackierkomponenten

Farbversorgung/Lackzentrale:

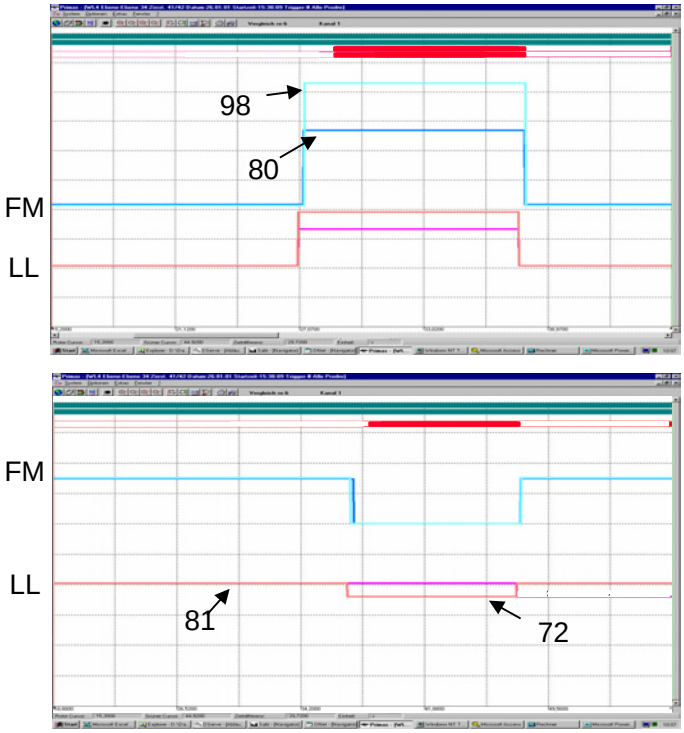
- Pumpenqualität, Druckausgleichsbehälter/Pulsationsdämpfer
- Chargenwechsel (Viskosität), Füllstände, Verbräuche, Handzusätze

Verfahrens-/Anlagentechnik:

- Kabinen-, Trocknerkonditionen (Temperatur, Feuchtigkeit, Druckverhältnis)
- Aufenthaltsdauer der Karossen im Trockner
- Regelungstechnik, Abluftbedingungen



Beispiel: Defekter Farbdruckregler (FDR)



1. Beispiel:

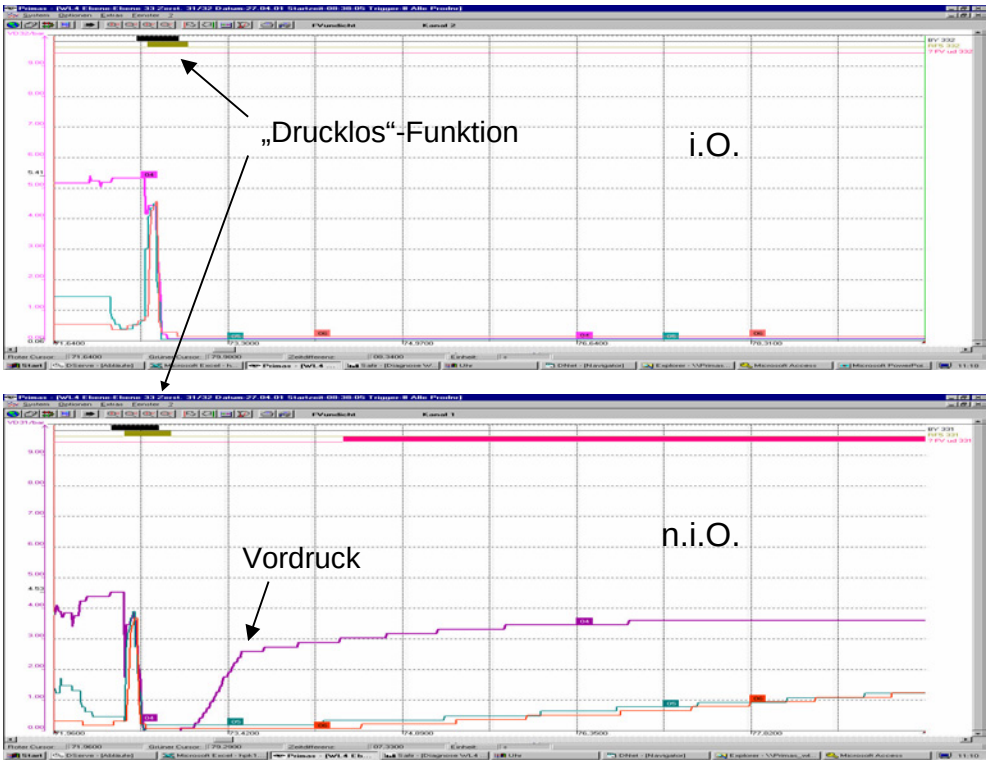
FM und LL sind rechts/links unterschiedlich (n.i.O)

2. Beispiel:

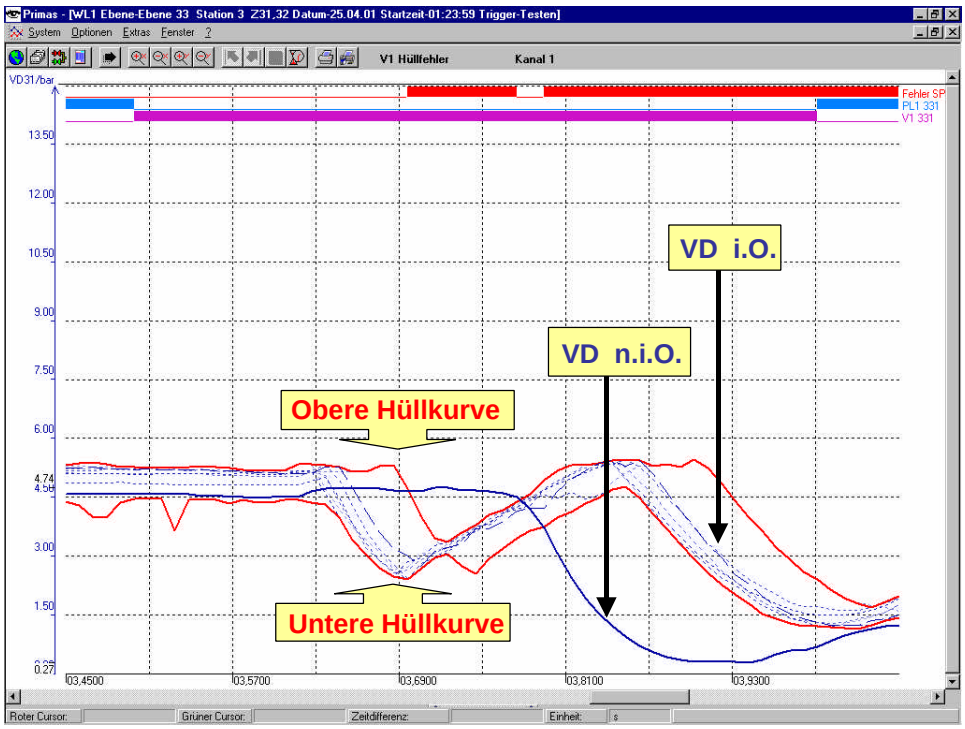
Verhältnis FM zu LL ist rechts/links unterschiedlich (n.i.O)

blaue Kurven: Farbmenge (FM) rechts/links
orange Kurven: Lenkluft (LL) rechts/links

Beispiel: Falsche Parametrierung Farbmenge und Lenkluft



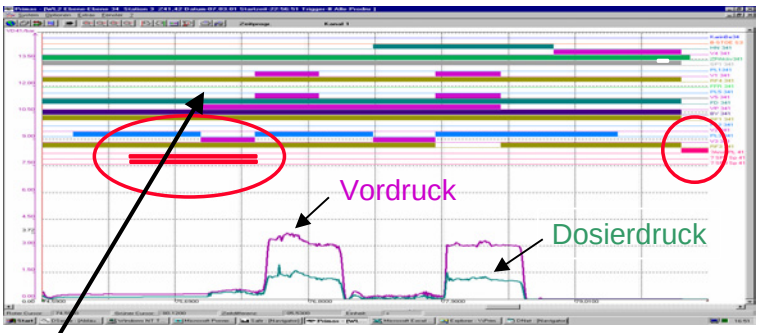
Beispiel: Undichtes Farb- oder Verdünnerventil (ca. 600 Ventile in 1 WBL)



Beispiel: Spülvorgang ist n.i.O. (Vordruck VD verläßt eintrainierte Hüllkurve)

Beispiel: Fehlerhafter Farbwechsel

i.O.

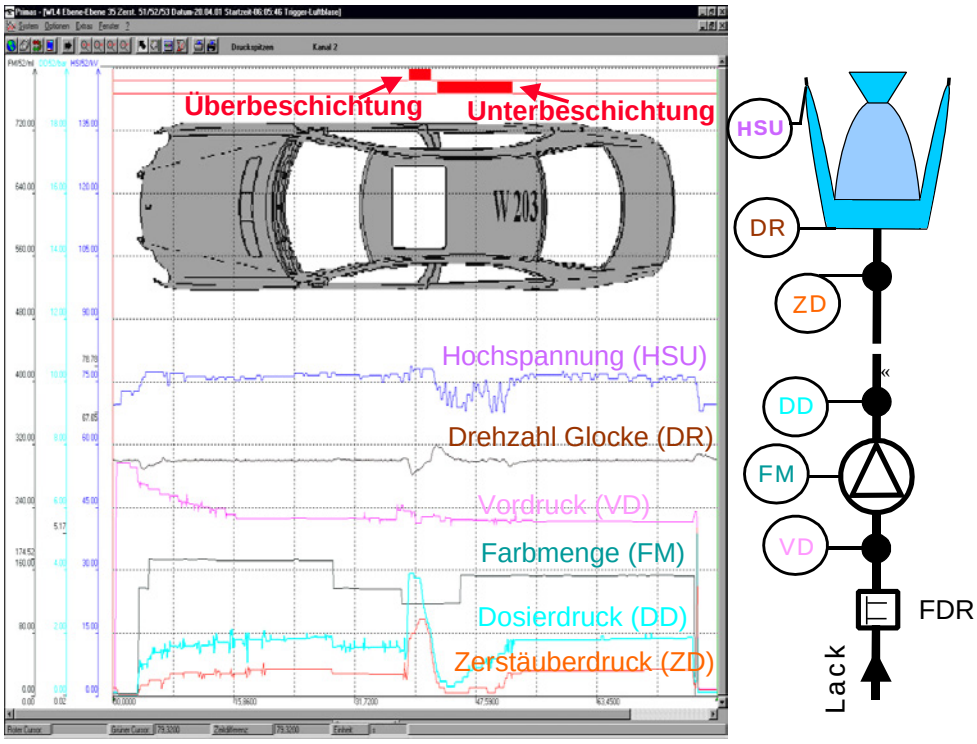


n.i.O.

Pulsluftventile (blau s.o.) werden nicht angesteuert
=> unvollständiges Spülen der Leitungen

Beispiel: Überwachung komplexer Abläufe z.B. Spülprogramm, Andrücken

Beispiel: Fehlerhafter Farbwechselablauf



Beispiel: Luftblase, die durch das Farbsystem zum Zerstäuber wandert

Beispiel: Luftblase im System

Auswertung Probebetrieb automatisierte Diagnose an einer ESTA-Wasserbasislack-Station im März 2001 (3-Schicht-Betrieb)

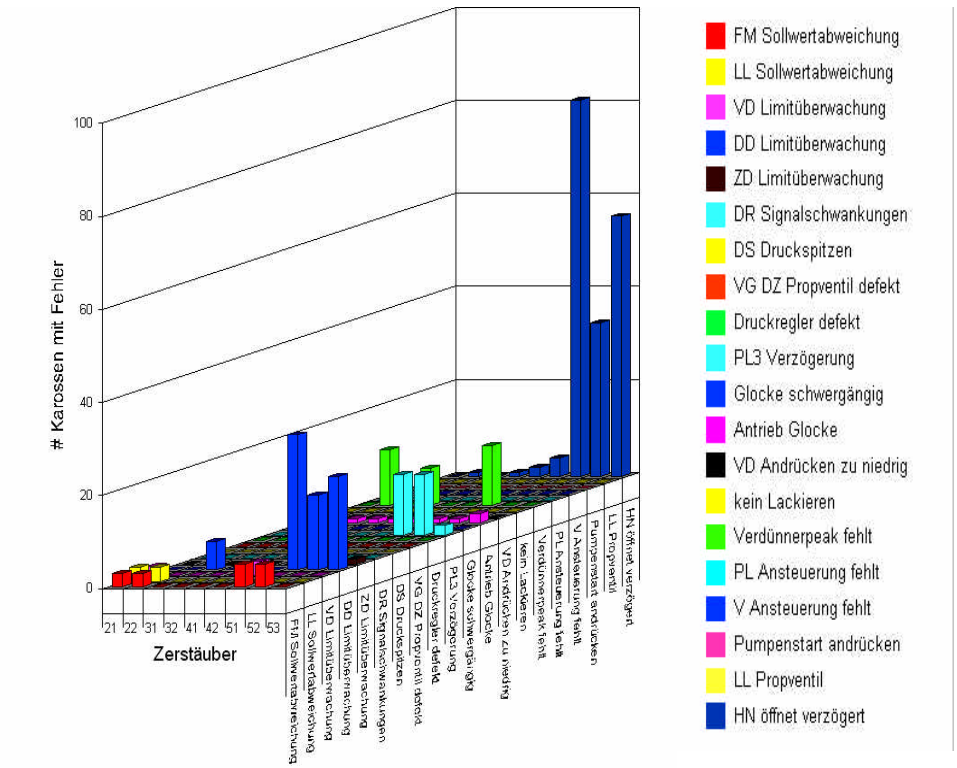
Lack-versorgung

Komponenten Bauteile

Steuerung Parametrierung

Auswahl Fehler	Anzahl /Monat	Mögl. Lackierfehler	Einfluß
Viskosität	3	Fehlbeschichtung	o
niedriger Versorgungsdruck	**9**	**Unterbeschichtung**	**++**
Luftblasen	5	Über-/Unterbesch. Kocher	++
LL-Regler defekt	1	Fehlbeschichtung	o
Ventil defekt	**20**	**Farbwechsel-Probleme**	**+**
FV undicht	2	Farbverschleppung	++
Farbdruckregler	1	Unterbeschichtung	o
Dosierpumpe defekt	1	Fehlbeschichtung	+
HN öffnet zu spät	1	Spucker/Bläschen	+
fehlerhaftes Andrücken	1	Unterbeschichtung	+
fehlerhaftes Spülen	**7**	**Farbverschleppung**	**++**
falsche Parametrierung	**25**	**Fehlbeschichtung/Kocher**	**o**
fehlerhafte Ventilansteuerung	2	Farbverschleppung	++
Summe	78	für 1 Station (WBL)	

Auswertung Probebetrieb ESTA-WBL



Beispiel: Visualisierung der aufgetretenen Fehler (Probebetrieb ESTA-WBL)

Visualisierung Rubin WBL-ESTA

Aufwandsabschätzung Einrichtung automatisierte Diagnose

Voraussetzung:

- Installation eines Primas-Systems vorhanden
- Basis-Kennwerte vorhanden
- Basis-Fehleralgorithmen vorhanden

Aufwand für die Einrichtung der automatisierten Diagnose:

1. Parametrierung der ersten Decklacklinie (5 Stationen, 29 Zerstäuber) mit 60 Kennwerten und 40 Algorithmen pro Zerstäuber ca. 100 TEuro

   Hardware- und Softwarekosten ca. 40 TEuro

2. Parametrierung jeder weiteren identischen Linie ca. 40 TEuro

   Hardware- und Softwarekosten ca. 40 TEuro

Potenzial: Anzahl Fehler

Anzahl zu findender technischer und menschlicher Fehler

Abschätzung für eine vollautomatisierte Decklacklinie:

Applikationstechnik:

Anzahl Kennwerte/Algorithmen pro Zerstäuber: 100

Anzahl Zerstäuber pro Decklacklinie (5 Stationen): 29

- Anzahl zu findender technischer Fehler: 10 pro Tag und Linie
- Anzahl zu findender Fehlparametrierungen: 1 pro Tag und Linie

Farbversorgung/Lackzentrale:

Anzahl Kennwerte/Algorithmen pro Farbe: 30

Anzahl Farben 30

- Anzahl zu findender Fehler: 2 pro Tag und Linie

Verfahrens-/Anlagentechnik:

Anzahl Kennwerte/Algorithmen Verfahrenstechnik 100

- Anzahl vermutlich zu findender Fehler: 2 pro Tag und Linie

Gesamtanzahl zu findender Fehler: 15 pro Tag und Linie

Potenzial: Einsparung Reparatur

Einsparpotenzial automatisierte Diagnose

Kalkulationsmodell aus den Erfahrungen Probebetrieb WBL März 2001

a) 1 autom. gefundener Fehler verhindert im Mittel 6 “infizierte” Karossen
   - 15 autom. gefundenen Fehlern verhindern folgende Anzahl Karossen pro Tag und Linie: 90 “infizierte” Karossen

b) ca. 60 % davon werden als “noch nicht qualitätsrelevant” eingestuft, bzw. lassen sich polieren, Kosten/Karosse: 0 Euro*

c) ca. 25 % davon lassen sich in Reparaturboxen manuell reparieren, Kosten / Karosse: 100 Euro
   - bei 20 verhinderten Fehlern spart man pro Tag und Linie: 2.000 Euro

d) ca. 15 % davon führen zu Reparaturfuhren, Kosten/Karosse: 300 Euro
   - bei 10 vermiedenen Reparaturen spart man pro Tag und Linie: 3.000 Euro

Einsparpotenzial pro Tag und Linie: 5.000 Euro

*diese Fehler sind Warnmeldungen. Sie dienen der vorbeugenden Instandhaltung

Potenzial: Reduzierung Anlagen-Ausfall-Zeiten

Abschätzung - Erhöhung - Verfügbarkeit

Reduzierung Anlagen-Ausfall-Zeit durch vorbeugende Instandhaltung

Kalkulationsmodell aus den Erfahrungen Probebetrieb:

Ca. 60 % der automatisierten Fehlermeldungen sind Warnmeldungen, die eine vorbeugende Instandhaltung auslösen sollen. Abschätzung für die Applikationstechnik einer vollautomatisierten Decklacklinie (hochgerechnet aus der Untersuchung einer WBL-Station im März 2001):

Erhöhung Anlagen-Verfügbarkeit pro Decklacklinie und Tag um: ca. 40 Minuten

Bauteil*	im voraus erkennbar in Tagen	Anlagenstillstandszeit im Fehlerfall in Minuten	Anzahl/ Monat
Farbdruckregler	7	25	4
Lenkluftregler	9	30	3
Dosierpumpe	5	30	2
Ventile	7	20	30
Glockenantrieb	8	40	3

* incl. Steuerung, Luftversorgung

Potenzial der vorbeugenden Instandhaltung der Applikationskomponenten:

Zusammenfassung

- Zielsetzung Diagnosetechnik
- Datenbasis und Analysefunktionalitäten in Primas
- Prinzipien der Realzeitüberwachung: Kennwerte und Fehleralgorithmen
- Beispiele für automatisierte Fehlerdiagnosen
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zur automatisierten Diagnose

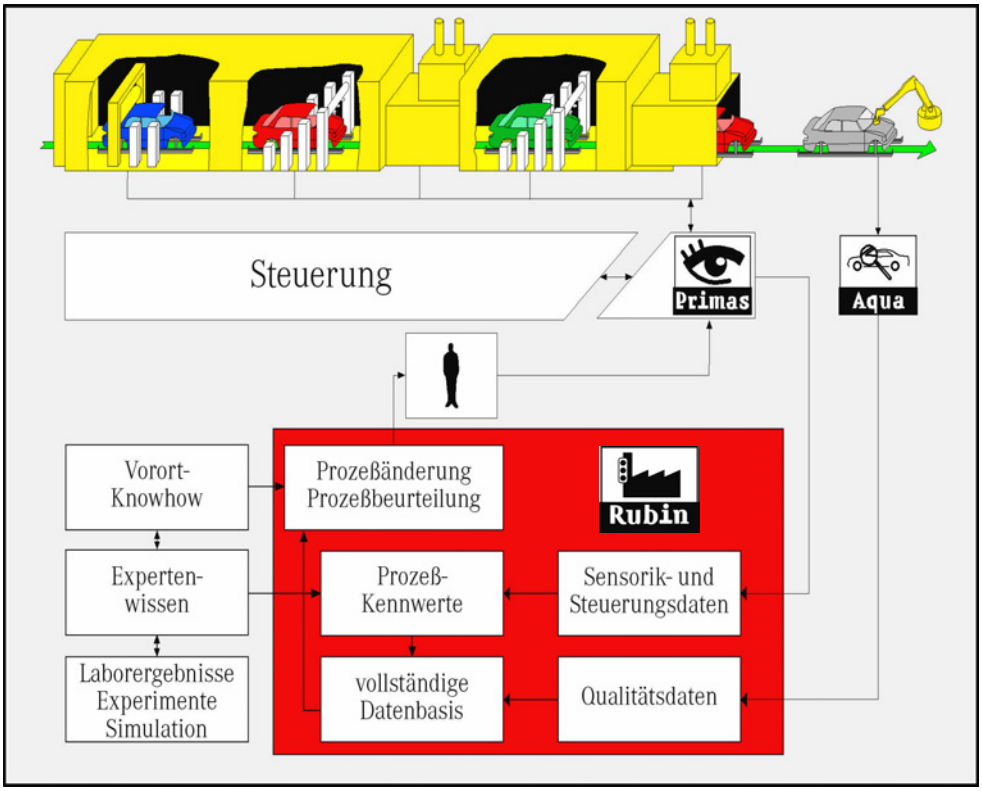
Aufwandsabschätzung für die Einrichtung einer automatisierten Diagnose Resultat:
ca. 100.000 Euro pro vollautomatisierte Decklacklinie (gemittelt)

Potenzialabschätzung der Einsparungen durch automatisierte Diagnose Resultat:

- ca. 1 Mio. Euro pro vollautomatisierte Decklacklinie und
- Jahr ca. 0.6 h Erhöhung Verfügbarkeit pro Tag

Ausblick: Quasar als automatisierte Qualitätsregelung

Der Autor dieses Beitrags:
Dr. rer. nat. Oskar P. Leisin
DaimlerChrysler AG
Sindelfingen



Quasar als **Qu**alitäts**a**nalyse-**S**ystem zur **a**utom. **R**egelung von Anlagen

Ausblick: Automatische Qualitätsregelung mit QUASAR / RUBIN