
STABILITÄTSPAKT 4.0

PROZESSE MITTELS MES IM GRIFF

Ergebnisse des Forschungsprojektes **PROSPERGUSS**



Dipl.-Inf. Tino Langer, Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU



AGENDA

- Kurzvorstellung Fraunhofer IWU
- Projektsteckbrief PROSPERGUSS
- Ausgangssituation, Zielstellung
- Vorgehen im Projekt
- Umgesetzte Softwarelösungen
- Zusammenfassung, kurze Wertung

Das **FRAUNHOFER IWU**

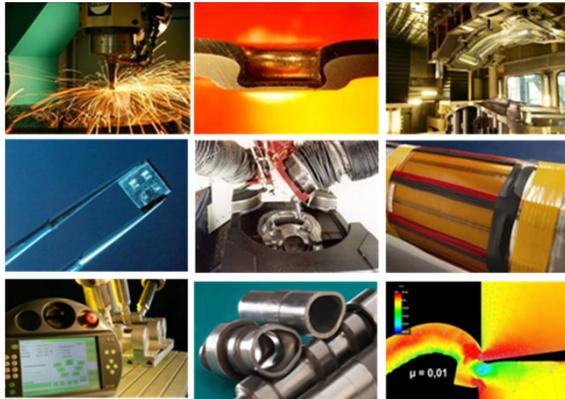
Ein Institut der Fraunhofer-Gesellschaft

Kurzprofil

- etwa 510 Mitarbeiter
- 29 Mio. € Forschungsbudget (2012), ~50% Industrie
- 4 000 m² Versuchsfeld
- Institutsteile in **Chemnitz** und Dresden



FuE-Kompetenz „**Ressourceneffiziente Produktion**“



Forschungsgebiete

- Werkzeugmaschinen
- Mechatronik
- Funktionsleichtbau
- Spanende Technologien
- Umformtechnologien
- Füge- und Montagetechnologien
- **Produktionsmanagement**



Abteilung Unternehmensmanagement 710

Forschungs- und Leistungsportfolio

Systemgestaltung Mensch – Technik – Organisation

Unternehmensplanung u. Steuerung

- **Energieeffiziente Fabrik** - Analysen, Optimierung, Managementsysteme
- Digitale Fabrik - **Planung von Logistik- und Fertigungssystemen**
- Ablaufsimulation zur Personal- und Maschineneinsatzplanung
- Digitale 3D-Erfassung (Laserscanner)
- **Analyse/Gestaltung von Geschäftsprozessen und Wertströmen**
- Arbeitsplatz- und -prozessgestaltung



Informationsmanagement

- Maschinen-, Produkt- und Prozessdatenerfassung und -auswertung
- **Condition Monitoring** für Verfügbarkeits- und Instandhaltungsmanagement
- Tracking und Tracing, Energiesensitive Fertigungssteuerung (MES)
- **Engineering-Software** für Technologie- und Anlagenentwicklung
- SW-Unterstützung zum **Fertigungsmanagement** (MES, PPS, EMS)
- **mobile-IT** zur Produktionsassistenz

“I often say that **when you can measure** what you are speaking about, and express it in numbers, **you know something about it**; but when you cannot measure it, when you cannot express it in numbers, your knowledge is of a meagre and unsatisfactory kind; it may be the beginning of knowledge, but you have scarcely in your thoughts advanced to the state of Science, whatever the matter may be.”

Lord Kelvin, 1883

“If you can't **measure** it, you can't **manage** it”

Robert R. Kaplan (Balanced Scorecard, 1996)

Projektsteckbrief - PROSPERGUSS



Projekttitel : Softwaregestütztes Prädiktor-/Korrektorsystem zur **prozessadaptiven** Sicherstellung von technologischen **Prozessfenstern** bei der **Erzeugung** komplexer **Qualitätsgussteile**

Projektpartner : apromace datasystems GmbH, Trompeter Guss Chemnitz GmbH, GMG Grau- und Metallguss GmbH, Apollo Gößnitz GmbH, Fraunhofer/Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Laufzeit : 01.09.2011 – 30.06.2014

Projektstand : abgeschlossen, Berichtsphase

Projektträger : **AiF**, Kooperationsförderung KF



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

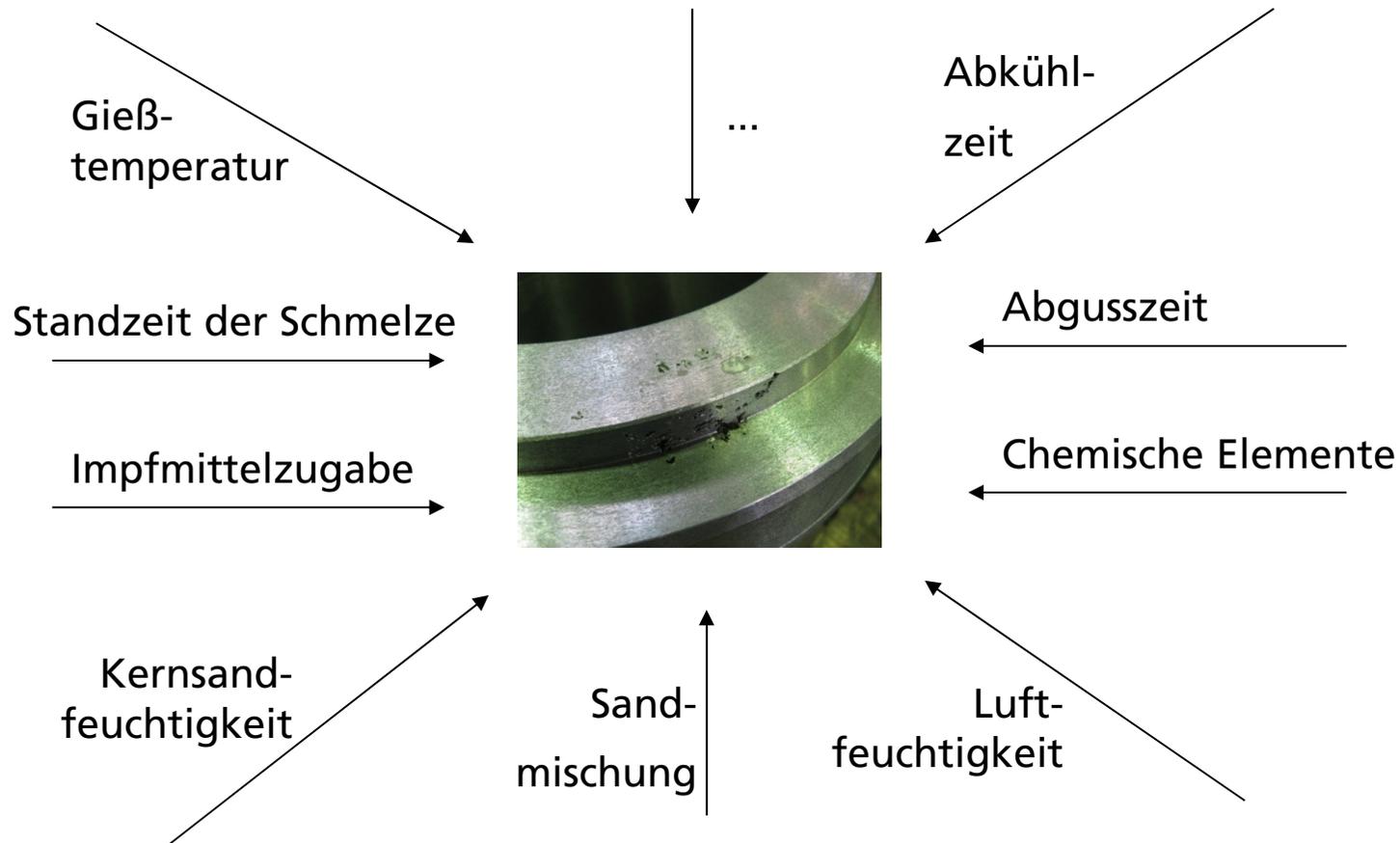
Ausgangssituation (1/3)

- Optimale **Produktqualität** als strategischer Wettbewerbsfaktor unter:
 - Steigendem **Kostendruck**
 - Kundenspezifischen, komplexen Produktlösungen
 - Geforderten **Minimalen Ausschussraten**
 - Verkürzten **Produktlebenszyklen**
- Demzufolge Beherrschung immer **ausgefeilterer Prozessführungsstrategien** notwendig



Ausgangssituation (2/3)

ABER: **Komplexe Wechselwirkungen** entlang des kompletten Gießprozesses



Ausgangssituation (3/3)



Tabelle: Kombinationsmöglichkeiten in Abhängigkeit der Anzahl von Einflussfaktoren

Einflussfaktoren	Kombinationsmöglichkeiten	
	2 Faktoren	3 Faktoren
33 (Projekt/Unikatguss)	528	5.456
63 (Projekt/Serienguss)	1.953	39.711
200++ (Prof. Bast, TU BAF)	19.900	1.313.400
400 (apromaceMES / "üblich")	79.800	10.586.800

Quelle: apromace datasystems GmbH

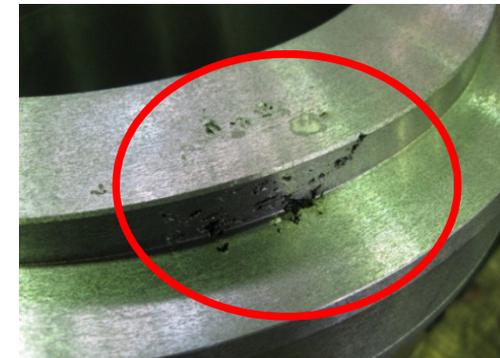
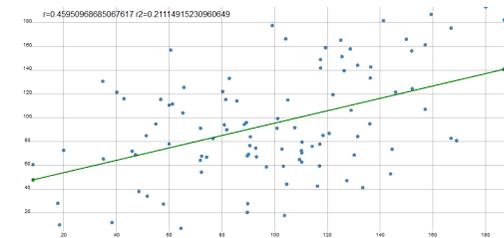
Projektpartner

- apromace data systems GmbH
Datenerfassung und -bewertung
- Trompeter Guss Chemnitz GmbH
Sandguss, Serienfertigung
- Grau- und Metallguß GmbH
Sandguss, Unikatgießerei
- Apollo Gößnitz GmbH
Produzent von Hochleistungspumpen
für Kraftwerke und Förderanlagen
- Fraunhofer IWU Chemnitz
Datenanalyse und -bewertung

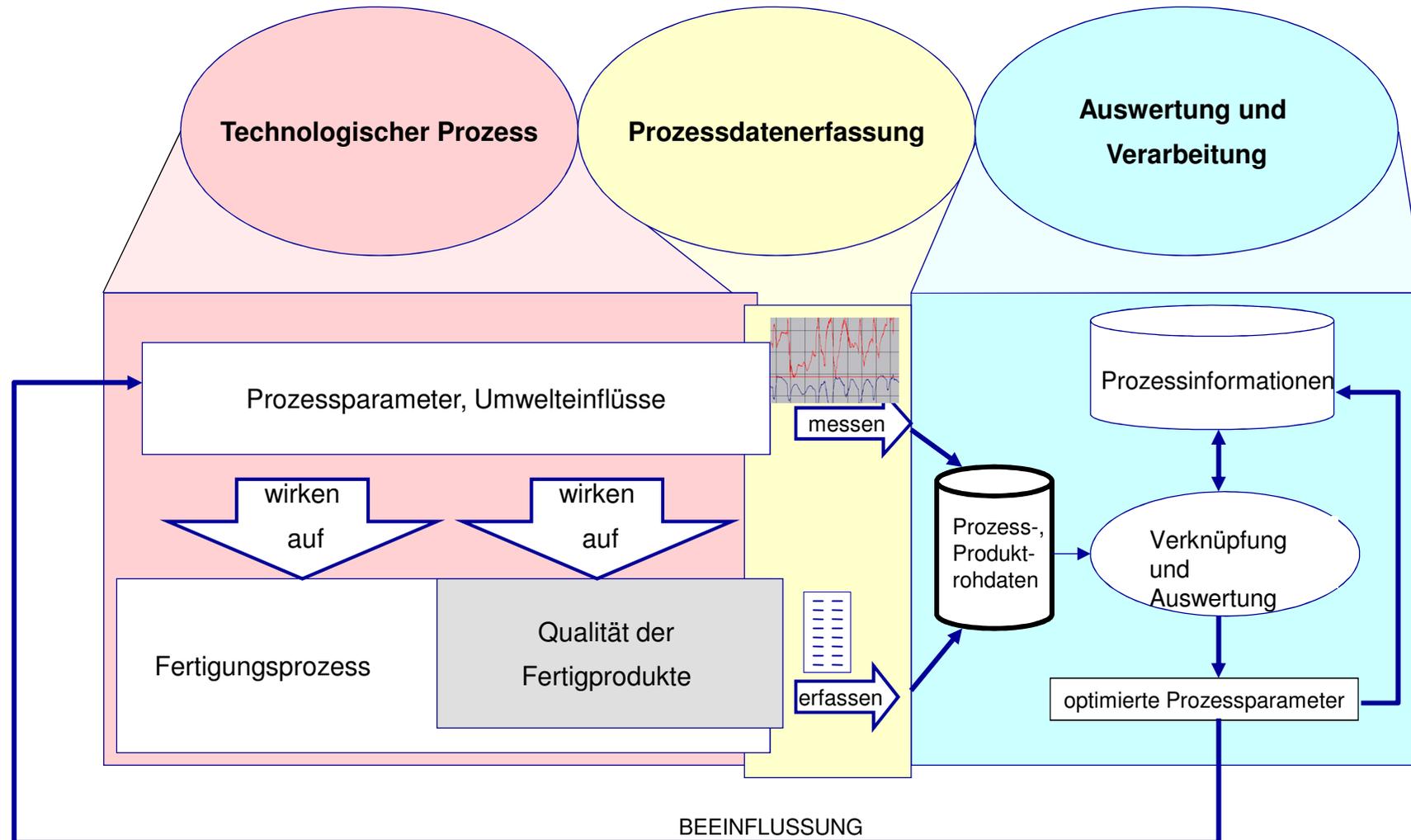


Projektziele

- **Stabilitätserhöhung** des Gießereiprozesses mittels durchgängiger **Fertigungstransparenz**, z.B. durch
 - Eingängige Kennzahlen
 - Intuitive Ansätze zur **Fertigungsassistenz**
 - Einbezug des Mitarbeiters
- **Datenerfassung** und **Visualisierung** aller als kritisch eingestuften Prozesse und Prozessparameter
 - Fertigungsbegleitendes Monitoring
 - Aktives Alarmierungsmanagement
- Gezielte Auswertung zur Ermittlung **gültiger Prozessfenster**, Abbildung in einem formalen Modell



Grobkonzept zum Vorgehen im Projekt



Vorgehen



■ Analysephase

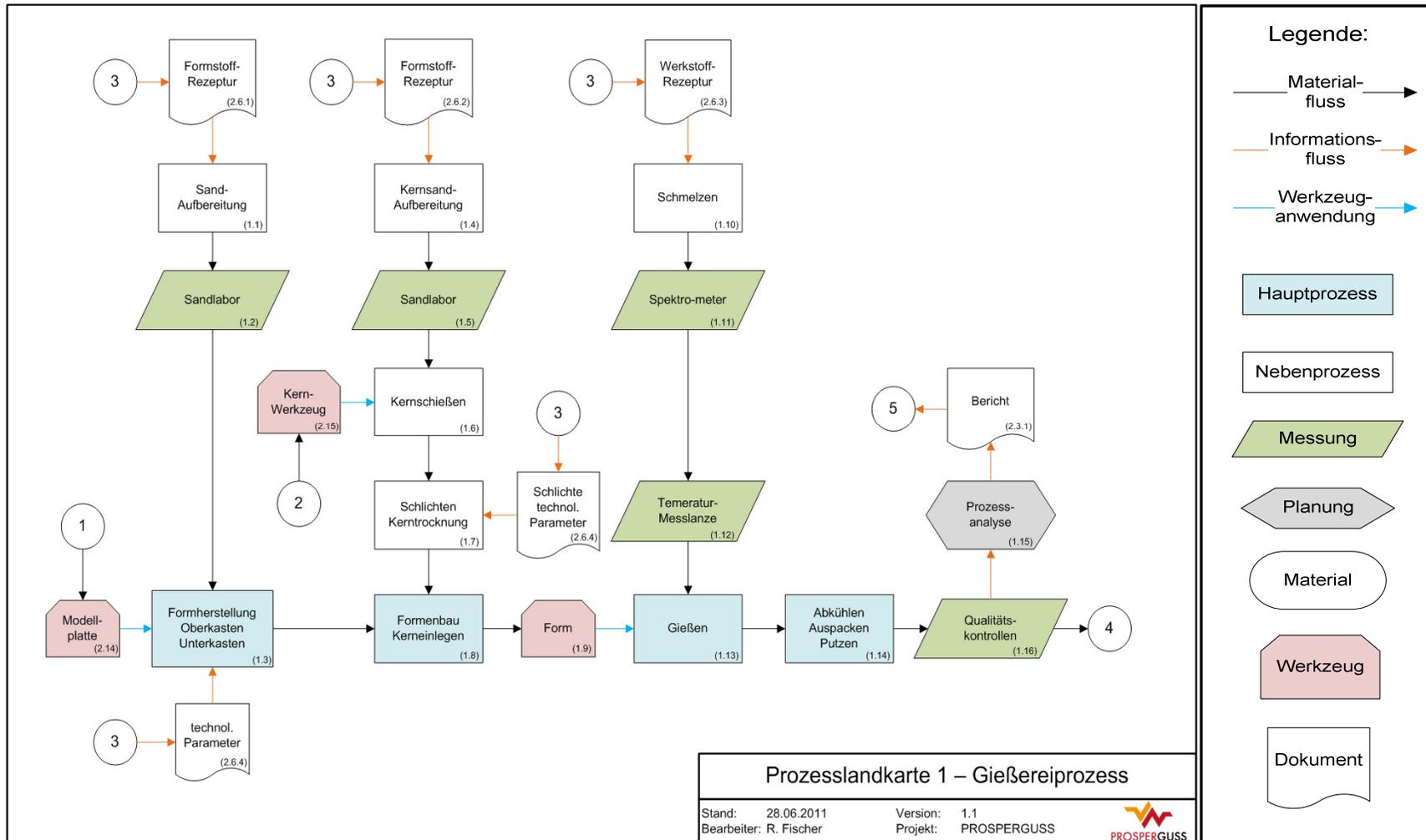
- (1) Landkarte des Gießereiprozesses
- (2) Ermittlung und Auswahl möglicher Einflussgrößen
- (3) Entwicklung eines formalen Technologischen Modells

■ Umsetzungsphase

- (1) Schaffung einer Datenbasis durch Aufbau eines Datenerfassungssystems
- (2) Konzeption neuer Analyse- und Auswertewerkzeuge
- (3) Implementierung der Software, Demonstration und Verifikation

Analysephase

(1) „Landkarte“ des Gießereiprozess



Analysephase

(2) Ermittlung und Auswahl möglicher Einflussgrößen



	Nr.	Prozess	Einflussgröße	Einflussparameter	Priorität	Einheit	Erfassung	Ressourcen	Quelle	Toleranzen
Konstruktion		Konstruktion	Geometrie	Abmessungen	hoch					
		Konstruktion	Geometrie	Werkstoff	hoch					
		Gießsimulation	Geometrie	Speiser- und Anschnitttechnik	mittel		manuell	Personal	Datensatz	
		Modellherstellung	Modellbau	Maßhaltigkeit	hoch		automatisch / manuell	Messtechnik, Personal	Modellbau, Zeichnung, Datensatz	entsprechend (DIN)Norm
Formstoffherstellung	14	Formstoffherstellung	Formstoff	Spezifikation Formsandgemisch		%	manuell			
	16	Formstoffherstellung	Formstoff	Spezifikation Binder (Bentonit-Gemisch)			automatisch			
		Formstoffherstellung	Formstoff	Sandfeuchtemenge	gering	g	manuell	Sandprobe, Analysewaage	Analysewaage	+ - 0,1 g
		Formstoffherstellung	Formstoff	Verdichtbarkeit Mischer	mittel	%	manuell		Daten aus Anlagensteuerung Mischer	+ - 10 %
		Formstoffherstellung	Formstoff	Nasszugfestigkeit	mittel	N/cm ²	manuell	Messgerät für Nasszugfestigkeit		+ - 0,05 N/cm ²
	25	Formstoffherstellung	Formstoff	Formstofftemperatur	hoch	°C	automatisch			<= 40 °C
	26	Formstoffherstellung	Formstoff	Formstofffeuchtigkeit	hoch	%	automatisch			3,3 - 4,0 %
		Formstoffherstellung	Formstoff	Sandfeuchtigkeit	hoch	%	manuell	Feuchtwage		3,3 - 4,0 %
		Formstoffherstellung	Formstoff	Formstoffverdichtbarkeit	mittel	%	automatisch / manuell	Mischer / Labor	Qualimaster / Rammapparat	33,4 - 40,0 %
		Formstoffherstellung	Formstoff	Prüfkörperhöhe	gering	mm	manuell	Messschieber		+ - 0,3 mm

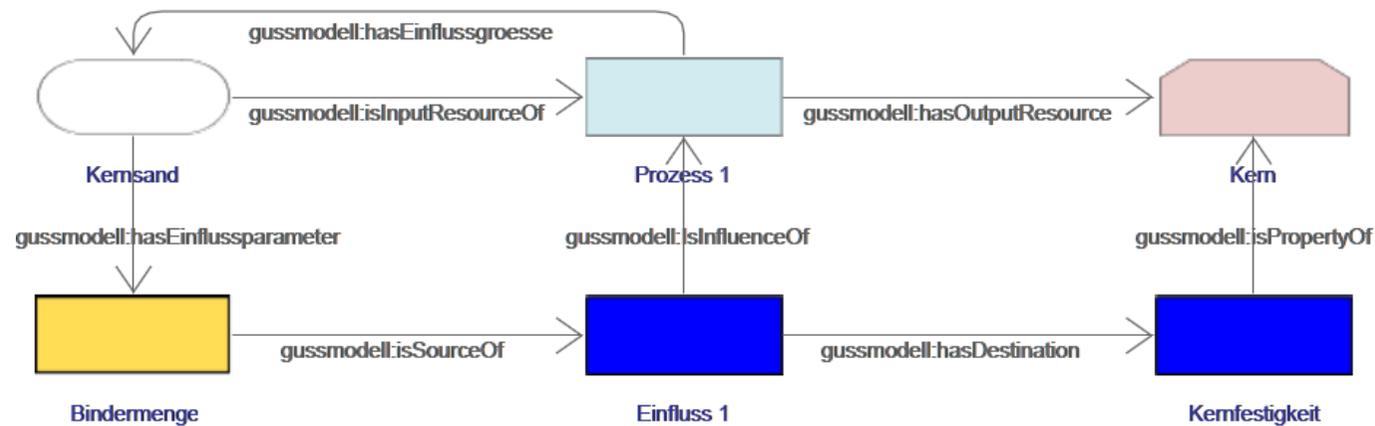
Zu Berücksichtigen:

- 33 Parameter bei Unikatguss
- 63 Parameter bei Serienguss

Analysephase

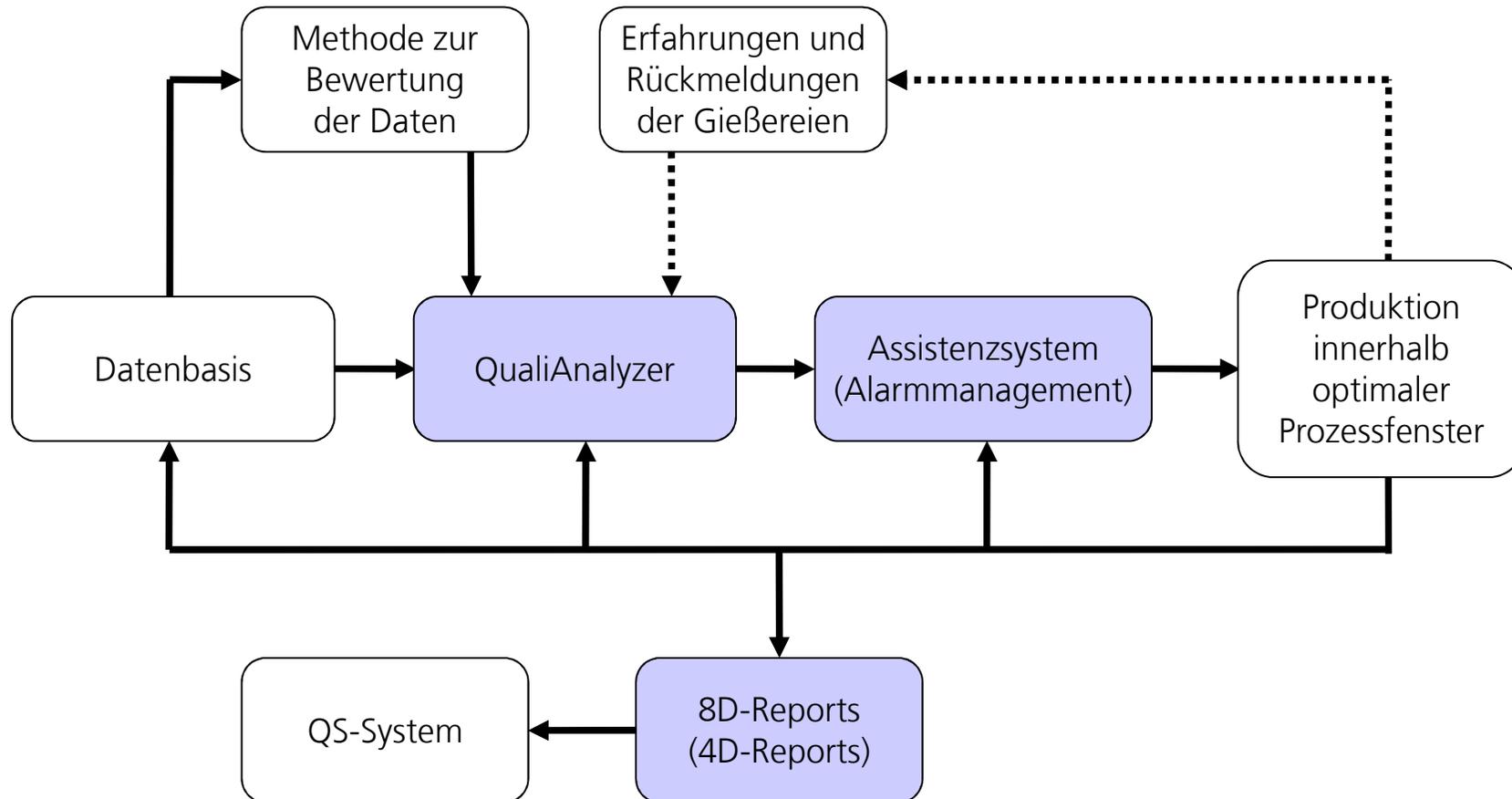
(3) Entwicklung eines Technologischen Modells

- Formale **Abbildung** der ermittelten **Gießprozess-Modelle**
- Vom Softwaresystem interpretierbar
- Basisinformationen für
 - **Navigation** bei Analyse und Auswertung von Messdaten
 - Abbildung von ermittelten **Abhängigkeiten zwischen Einflussgrößen**



Umsetzungsphase

Prototypische Lösungen



Umsetzungsphase

Prototypische Lösungen – QualiAnalyzer



Webbasiertes Werkzeug zur intuitiven Datenanalyse und -auswertung

■ Hauptaufgaben

- **Visualisierung:** Navigation über alle erfassten Einflussgrößen und Einflussparameter
- **Auswertungen:** Ermittlung kausaler Zusammenhänge zwischen den Einflussparametern
- **Speicherung** und Bereitstellung **ermittelter Einflüsse**

■ Ziel

- Fortschreitende **Wissensgenerierung** und -haltung

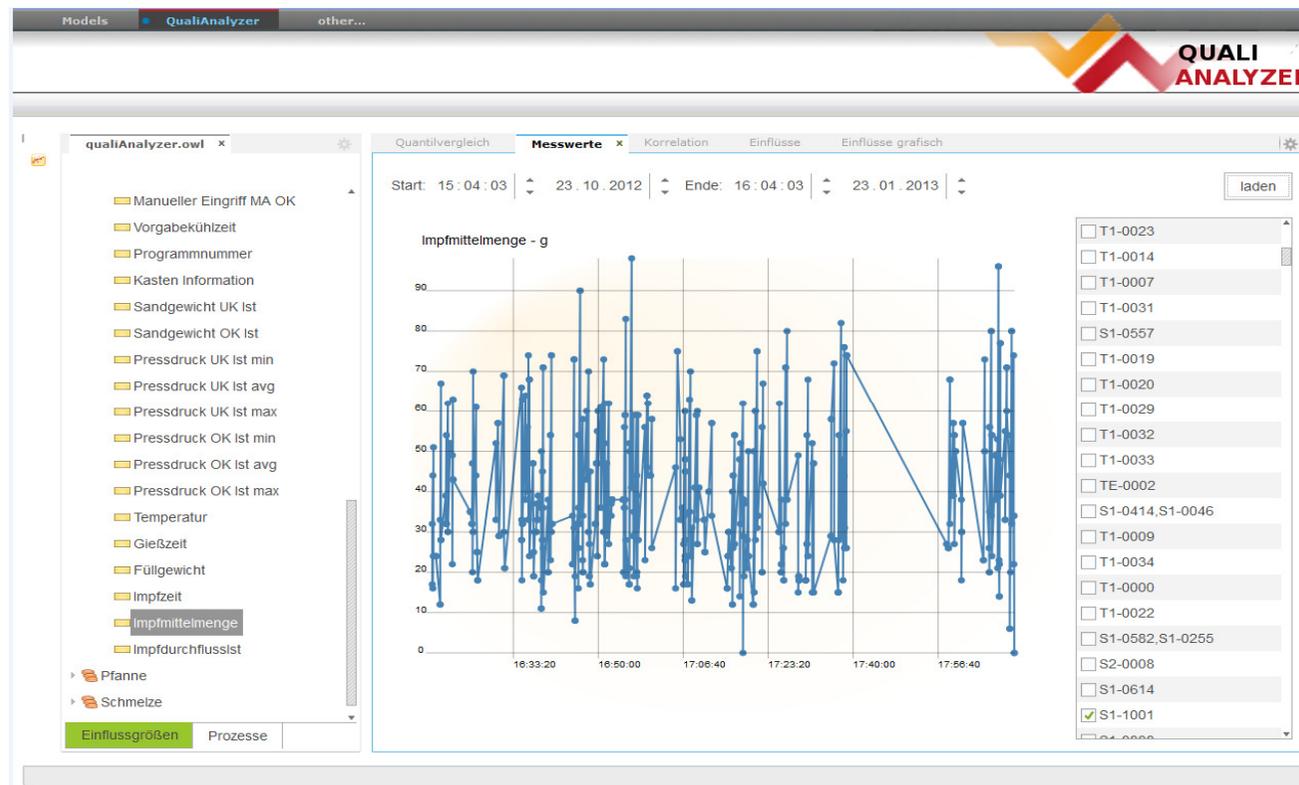
Umsetzungsphase

Prototypische Lösungen – QualiAnalyzer (1/3)

Visualisierung



- Abruf von Messwerten der Einflussparameter in einem definierten Zeitbereich



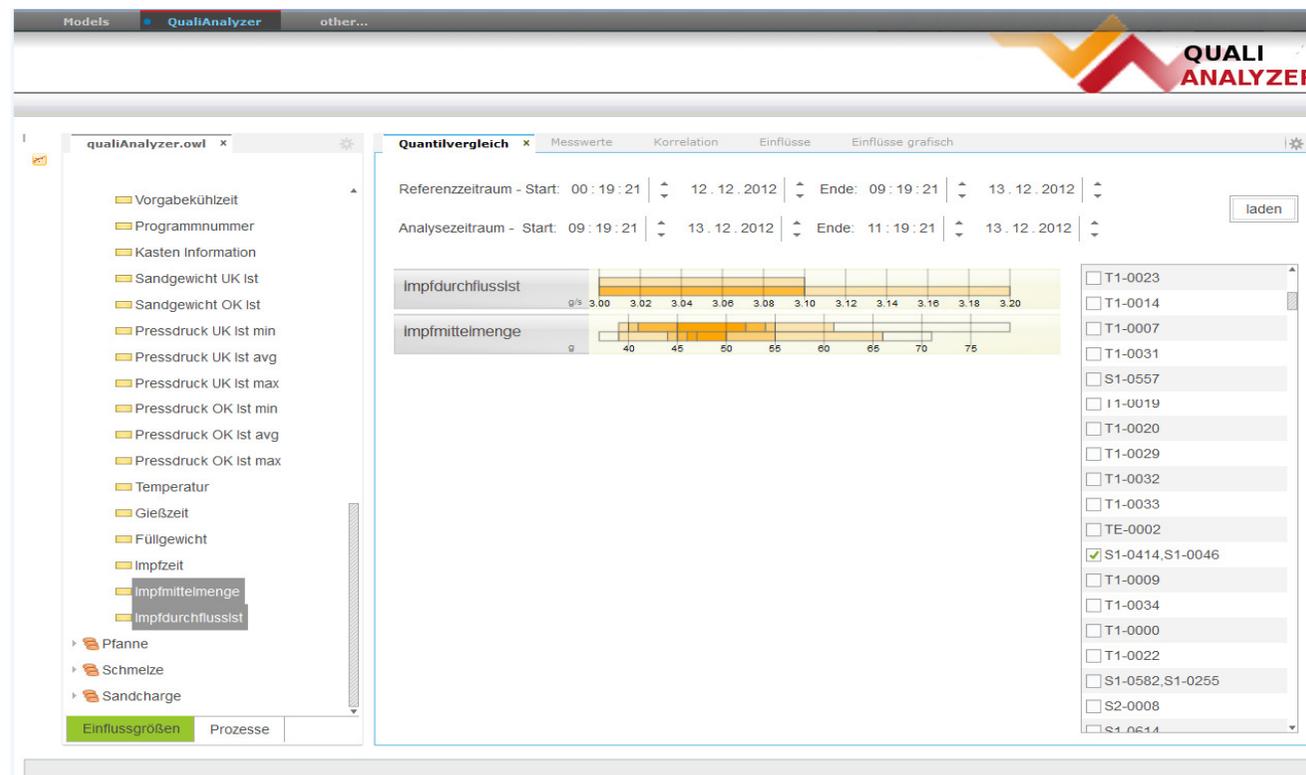
Umsetzungsphase

Prototypische Lösungen – QualiAnalyzer (2/3)

Visualisierung



- Anzeige der **Quantilvergleiche** mehrerer Einflussparameter
- Vergleich zwischen **Referenzzeitraum** und **Analysezeitraum**



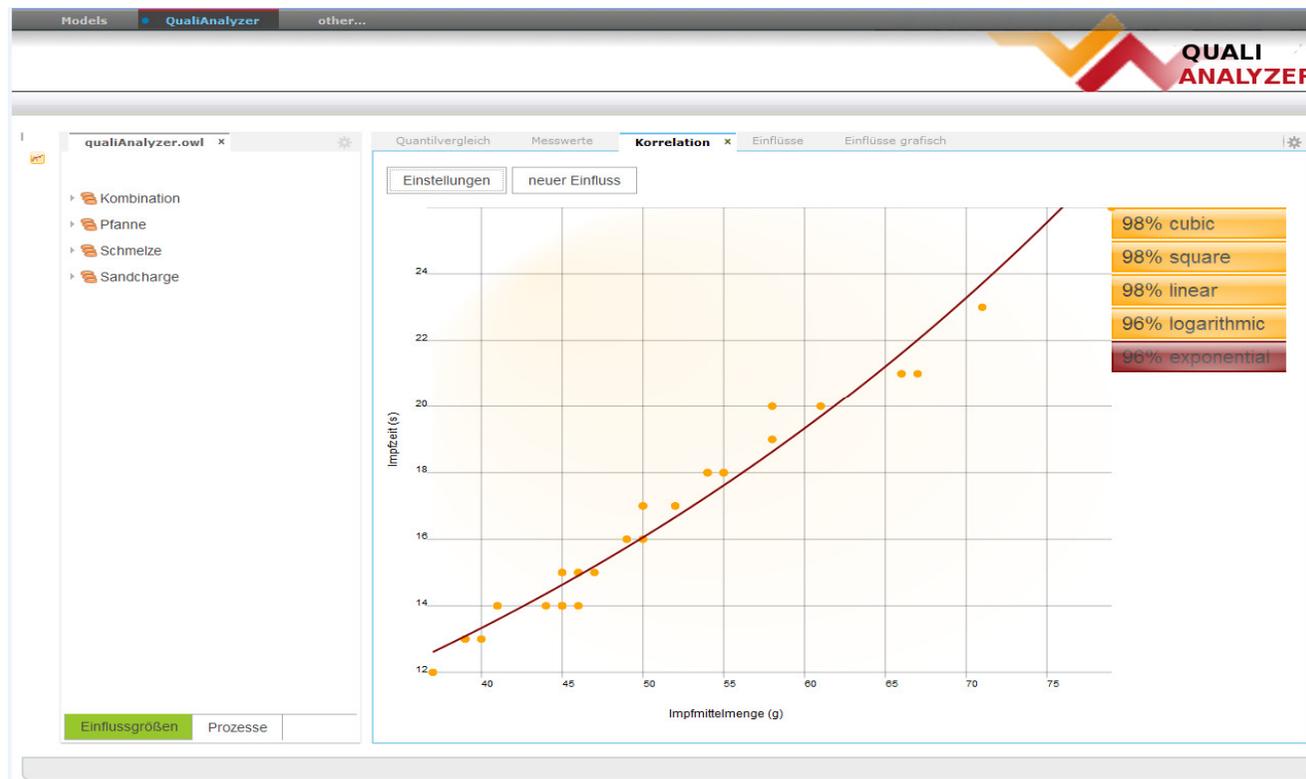
Umsetzungsphase

Prototypische Lösungen – QualiAnalyzer (3/3)

Auswertungen



- Intuitive Durchführung von **Korrelationsanalysen** zwischen Einflussgrößen

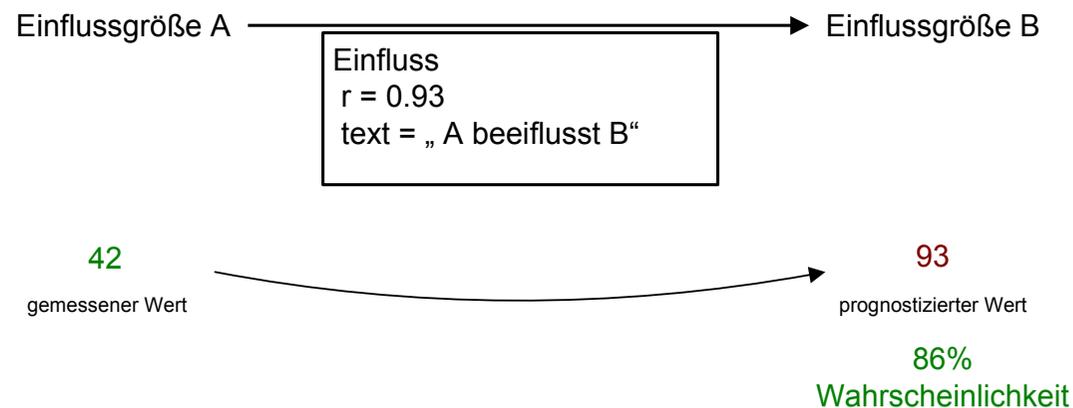


Umsetzungsphase

Prototypische Lösungen – Assistenzsystem



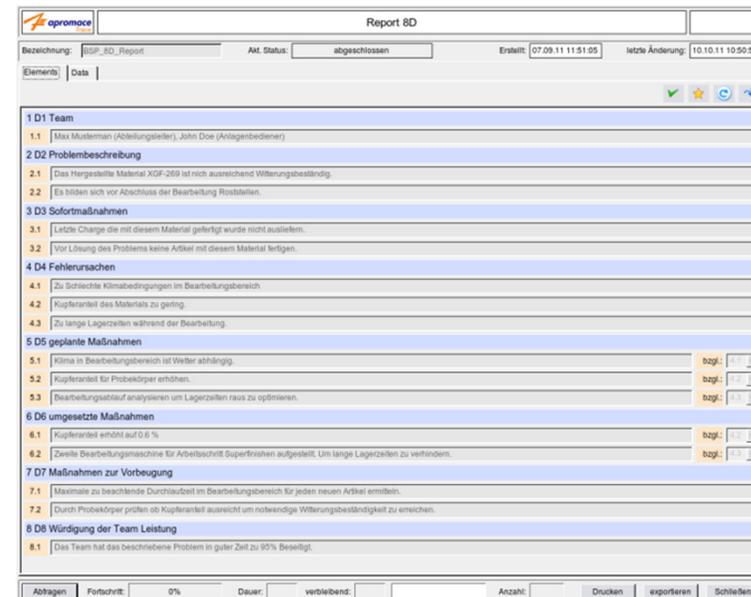
- Nutzung ermittelter Wechselwirkungen und Wirkzusammenhänge, um Prozesse prospektiv zu beeinflussen
- Generierung von Hinweisen (Warnungen), wenn unter Nutzung des hinterlegten Wissens Folgeprozesse ggf. negativ beeinflusst werden
- Bereitstellung möglicher Abhilfestrategien



Umsetzungsphase

Prototypische Lösungen – 8D-Reports

- Zugriff auf **Expertenwissen** in Gießereien und Rückmeldungen vom Kunden – Zugänglich für QualiAnalyzer
- Historie zu Änderungen und **Verbesserungsmaßnahmen**
- Verknüpfung mit ähnlichen Artikeln und Teilen zur korrekten Parametrisierung des aktuellen Teils
- Einfache Implementierung



Element	Data
1 D1 Team	1.1 [Max Mustermann (Abteilungsleiter), John Doe (Anlagenbediener)]
2 D2 Problembeschreibung	2.1 [Das Hergestellte Material XGF-269 ist nicht ausreichend Wälleistungsfähig.] 2.2 [Es bilden sich vor Abschluss der Bearbeitung Roststellen.]
3 D3 Sofortmaßnahmen	3.1 [Letzte Charge die mit diesem Material gefertigt wurde nicht ausliefern.] 3.2 [Vor Lösung des Problems keine Artikel mit diesem Material fertigen.]
4 D4 Fehlerursachen	4.1 [Zu schlechte Klimabedingungen im Bearbeitungsbereich] 4.2 [Kupferanteil des Materials zu gering.] 4.3 [Zu lange Lagerzeiten während der Bearbeitung.]
5 D5 geplante Maßnahmen	5.1 [Klima im Bearbeitungsbereich ist Wetter abhängig.] bzgl: [1] [2] 5.2 [Kupferanteil für Probekörper erhöhen.] bzgl: [1] [2] 5.3 [Bearbeitungsablauf analysieren um Lagerzeiten raus zu optimieren.] bzgl: [1] [2]
6 D6 umgesetzte Maßnahmen	6.1 [Kupferanteil erhöht auf 0,6 %] bzgl: [1] [2] 6.2 [Zweite Bearbeitungsmaschine für Arbeitsschritt Superfräsen aufgestellt, um lange Lagerzeiten zu verhindern.] bzgl: [1] [2]
7 D7 Maßnahmen zur Vorbeugung	7.1 [Maximale zu beachtende Durchlaufzeit im Bearbeitungsbereich für jeden neuen Artikel ermitteln.] 7.2 [Durch Probekörper prüfen ob Kupferanteil ausreichend um notwendige Wälleistungsfähigkeit zu erreichen.]
8 D8 Würdigung der Team Leistung	8.1 [Das Team hat das beschriebene Problem in guter Zeit zu 95% Beseitigt.]

Umsetzungsphase

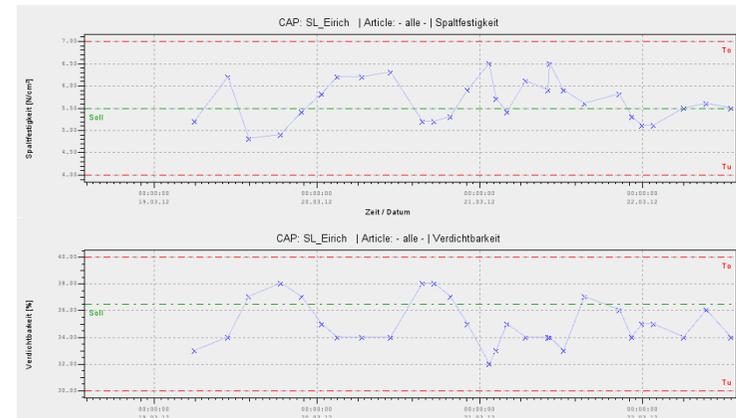
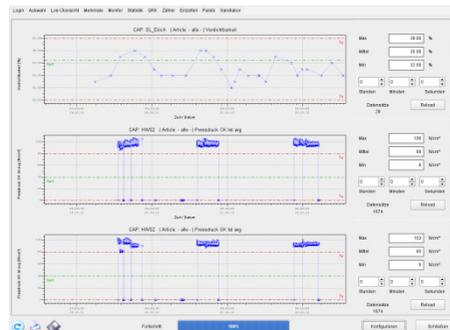
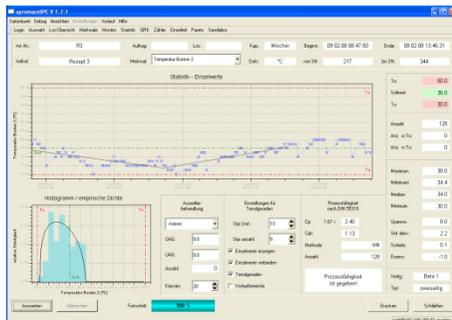
Prototypische Lösungen – Zusammenspiel

Ziel

→ Produktion innerhalb optimaler, parametrisierter Prozessfenster

Tools

- QualiAnalyzer = Hilfsmittel zur Definition optimaler Prozessfenster
- Assistenzsystem = Hilfsmittel zur Gewährleistung des Produktionsprozesses innerhalb des Prozessfensters



Zusammenfassung, kurze Wertung (1/2)



- Technologisch anspruchsvoll, **Multikausale Zusammenhänge**
Aber: objektive Grenzen der Modellierbarkeit
- **Prognosefähigkeit** wird verbessert durch
 - Qualifizierte Validierung der Ergebnisse
 - (Möglichst) breite historische Datenbasis
- **Zufriedenstellende Aussagekraft** bei großen Serien
- **Sensibilisierung** der Mitarbeiter
- Unikatgießer benötigen „länger“ zum Datenaufbau
- Validierungsaufwand selbst bringt zusätzliches Qualitätsverständnis
- Bisher im Serien-Sandguss erprobt, Übertragbarkeit gegeben

Zusammenfassung, kurze Wertung (2/2)



Kritisch zu hinterfragen:

- Plausibilisierung der Daten
- Komplizierte Validierung bei singularen Ereignissen
- Modellierungszugeständnisse bei qualitativen Faktoren
- Falsch-/Positiv-Analyse („Gesetz der kleinen Zahlen“ bzw. Scheinzusammenhänge)
- Partiiell gegenläufige Trends bei komplexen Geometrien (z.B. unterschiedliche Wandigkeit)

STABILITÄTSPAKT 4.0

PROZESSE MITTELS MES IM GRIFF

Ergebnisse des Forschungsprojektes **PROSPERGUSS**



Kontakt

Dipl.-Inf. Tino Langer
Tel.: 0371 / 5397 1113
tino.langer@iwu.fraunhofer.de



Fraunhofer

IWU



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

