

25. Techno-Ökonomie-Kolloquium

»Entwicklung eines Case-Based Reasoning Ansatzes für die wissensbasierte Konfiguration von Service-Kits im Maschinen- und Anlagenbau am Beispiel von Gasmotoren«

Martin Riester

Fraunhofer Austria Research GmbH

TU Wien | Institut für Managementwissenschaften | Betriebstechnik und Systemplanung

Inhalte

- Problemstellung
- Forschungsfrage
- Erwarteter Beitrag
- Methode
- Literatur

Problemstellung | Praxissicht

Was ist der Hintergrund der Problemstellung der Dissertation?

■ Rahmenbedingungen

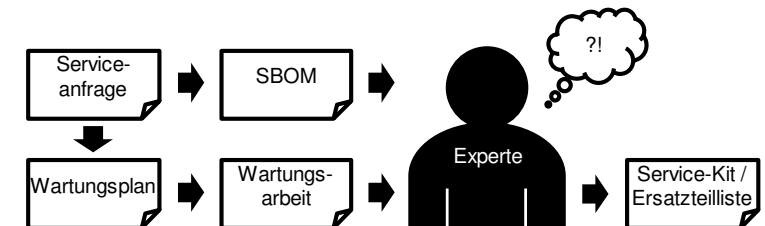
- Komplexitätsverlagerung Richtung Hersteller
- Hohe Teilevielfalt bei geringen Stückzahlen
- Alte Anlagen/ lange Standzeiten im Feld
- Generische Servicedokumente
- Hoher Aktualisierungsaufwand für Servicedokumente

■ Resultat

- Fragmentierte, unvollständige und nicht integrierte Datenlage/Servicedokumentation bei kontinuierliche steigender Komplexität.

■ Herausforderung

- Generierung von **Service-Kits** gestaltet sich **zeitintensiv** und bedingt **Expertenwissen** bei gleichzeitig immer höheren Kundenanforderungen nach kürzeren **Reaktionszeiten** und zunehmendem **Expertenmangel**.



Allgemeine Zielsetzung: **Wissensbasierte Generierung** von »Service-Kits« zur Sicherstellung kurzer **Ersatzteilidentifikationszeiten** und einer **Kernkompetenzträgerentlastung**.

Problemstellung | Wissenschaftliche Sicht

Was ist der Hintergrund der Problemstellung der Dissertation?

Grad der Erfüllung	Symbol	RKP-Ansätze	Kitting-Ansatz nach GÜLLÜ et al.	Kitting-Ansatz nach MOHARANA et al.	Definiertes Merkmal
Erfüllt	●				
Teilweise erfüllt	◐				
Nicht erfüllt	○				
Abgleich Untersuchungsraum					
Branche	Maschinen- und Anlagenbau	○	○	●	●
	Andere	●	●	○	○
Auftragsabwicklungsstruktur	Auftragsfertiger	○	○	●	●
	Andere	●	●	○	○
Fertigungsart	Variantenreiche Kleinserienfertigung	○	○	●	●
	Andere	●	●	○	○
Instandhaltungsmaßnahmen	Wartung	●	○	●	●
	Inspektion	○	○	○	○
	Instandsetzung	●	●	●	○
	Verbesserung	○	○	○	○
Prozesseingrenzung	Fokus auf Teilprozess der "Ersatzteilidentifikation"	○	○	◐	●
	Andere Prozesse im Fokus	●	●	●	○
Kenngrößen im Optimierungsfokus	Bearbeitungszeit für die Ersatzteilidentifikation je Service-Auftrag	○	○	○	●
	Anzahl korrekter Service-Auftragspositionen je Service-Auftrag	◐	○	◐	●
	Andere Kenngrößen	●	●	●	○

Existierende Ansätze mit dem Ziel der Gestaltung eines Service-Kits eignen sich nicht für die vorliegende Problemstellung.

Problemstellung | Wissenschaftliche Sicht

Was ist der Hintergrund der Problemstellung der Dissertation?

- Case-based Reasoning (CBR) Anwendungen im Kontext von Instandhaltung und Service:

Nr.	Jahr	Autor	Titel	Branche	Anwendungsgebiet
1	2011	Chougule et al.	An integrated framework for effective service and repair in the automotive domain: An application of association mining and case-based-reasoning.	Automotive	KfZ-Instandhaltung - Allgemein
2	2011	Vong et al.	Case-based expert system using wavelet packet transform and kernel-based feature manipulation for engine ignition system diagnosis.	Automotive	KfZ-Instandhaltung - Motorfehler
3	2013	Kamsu-Foguem et al.	Graph-based reasoning in collaborative knowledge management for industrial maintenance.	Maschinen- und Anlagenbau	Instandhaltung von Antriebseinheiten (Elektr. Motor, Getriebe und Lager)
4	2013	Potes Ruiz et al.	Knowledge reuse integrating the collaboration from experts in industrial maintenance management.	Maschinen- und Anlagenbau	Instandhaltung von Werkzeugmaschinen
5	2014	Potes Ruiz et al.	Generating knowledge in maintenance from Experience Feedback.	Maschinen- und Anlagenbau	Instandhaltung von Deckenkränen
6	2017	Mourtzis et al.	Knowledge-based Estimation of Maintenance Time for Complex Engineered-to-Order Products Based on KPIs Monitoring: A PSS Approach.	Maschinen- und Anlagenbau	Instandhaltung von Werkzeugformen

- Weitere CBR-Anwendungsbeispiele (Auszug): Produktionsplanung, Einsatzplanung von Flurförderzeugen, Lieferantenbewertung, Recycling, SC-Risk Management, Herstellkostenprognose, Überbetriebliches Kostenmanagement, Konstruktion von Spritzgussteilen, Stresslevelbewertung von Maschinenbedienern, Schleifprozessoptimierung, Bruchmechanik, Seefrachtcontainer-Manipulation, Nacharbeitsoptimierung in der Automobilmontage.

Spezifische Problemstellung: Für die Identifikation der Ersatzteilmfänge von Wartungsaktivitäten im Maschinen- und Anlagenbau, im Speziellen bei Gasmotoren, liegt **derzeit keine wissensbasierte Methode** vor, welche diesen Vorgang im Kontext von fehlerhaften und unvollständigen Anlagendokumentationen in einem angemessenen Zeitrahmen und entsprechender Ergebnisgenauigkeit ermöglicht.

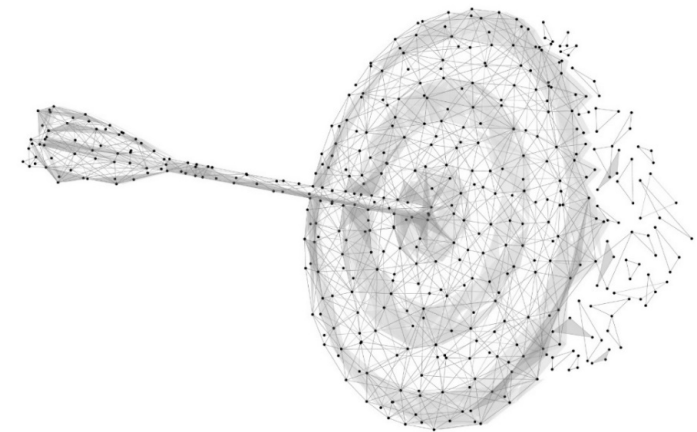
Inhalte

- Problemstellung
- Forschungsfrage
- Erwarteter Beitrag
- Methode
- Literatur

Forschungsfragen

Welche Frage wird die Dissertation beantworten?

- Spezifische Zielsetzung
 - Ziel ist die **Entwicklung** und methodische **Ausgestaltung** eines **CBR-Systems**, welches das **Expertenwissen** für die Generierung von Service-Kits im Maschinen- und Anlagenbau, im Speziellen bei Gasmotoren, **beschreibt** und dessen Wiederverwendung für aktuelle Problemfälle ermöglicht.
- Forschungsfrage 1
 - Wie kann das vorhandene **Expertenwissen** für die Generierung von Service-Kits als „Fall“ **beschrieben** und somit dessen nachhaltige Nutzung sichergestellt werden?
- Forschungsfrage 2
 - Wie muss ein CBR-System für die Generierung von Service-Kits im Maschinen- und Anlagenbau, im Speziellen für Gasmotoren, **methodisch** ausgestaltet werden?

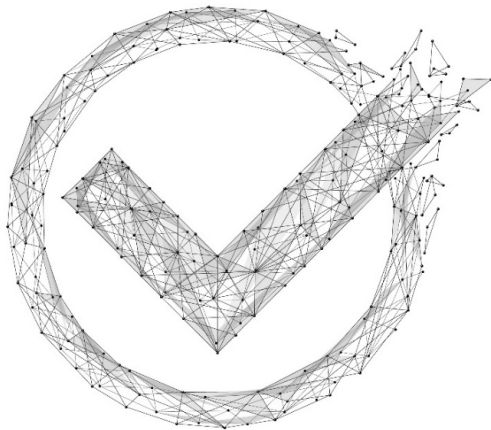


Inhalte

- Problemstellung
- Forschungsfrage
- Erwarteter Beitrag
- Methode
- Literatur

Erwarteter Beitrag

Warum ist diese Frage relevant?



- **Wissenschaftliche Relevanz**
 - Entwicklung einer **neuen Herangehensweise** für die Generierung von Service-Kits
 - Erweiterung des **CBR-Anwendungsfelds**
 - Formale und methodische **Beschreibung** von **Wissen** im Kontext der Generierung von Service-Kits
- **Praktische Relevanz**
 - **Transfer** von implizitem zu explizitem **Wissen** und dessen **nachhaltige Nutzung** durch weitere Personen eines Unternehmens
 - **Entlastung** von Kernkompetenzträgern sowie **Verkürzung** der Teileidentifikationszeiten

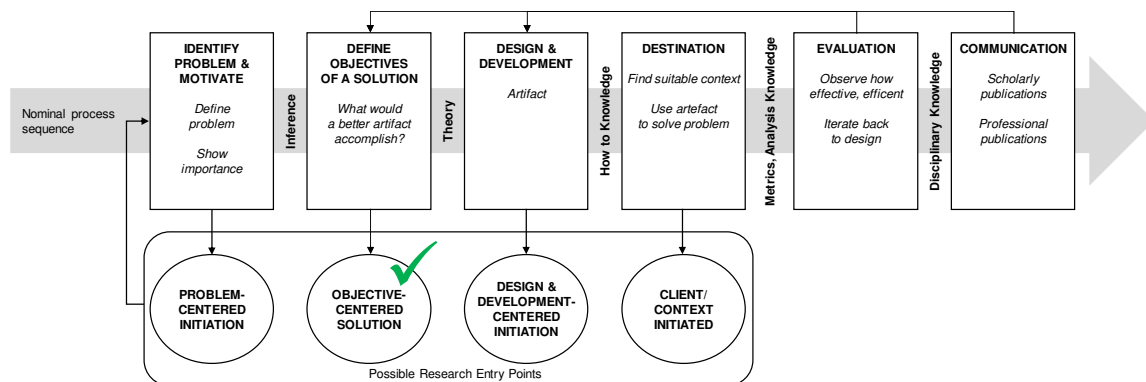
Inhalte

- Problemstellung
- Forschungsfrage
- Erwarteter Beitrag
- Methode
- Literatur

Methoden

Forschungsmethodik

■ Design Science Research Methodology Prozess nach PEFFERS¹



■ Aufbau der Arbeit

Kapitelstruktur		DSRM Prozess					
		Schritt 1	Schritt 2	Schritt 3	Schritt 4	Schritt 5	Schritt 6
Grundlagen	Kapitel 1 Einleitung	x	x				
	Kapitel 2 Theoretischer Bezugsrahmen und Eingrenzung des Untersuchungsbereichs						
	Kapitel 3 Stand der Technik						
Entwicklung der Lösung	Kapitel 4 Spezifische Problemstellung und Zielsetzung sowie Ableitung der Anforderungen an die Methode	x	x				
	Kapitel 5 Methodenentwicklung			x			
Validierung und Resümee	Kapitel 6 Anwendung und Validierung der Methode				x	x	
	Kapitel 7 Resümee und Ausblick						x

Der DSRM-Prozess dient als Basis für den Aufbau der Arbeit.

¹Peffers, Ken, Tuure Tuunanen, Marcus A. Rothenberger, und Samir Chatterjee. 2014. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems* 24 (3): 45–77. doi: 10.2753/MIS0742-1222240302.

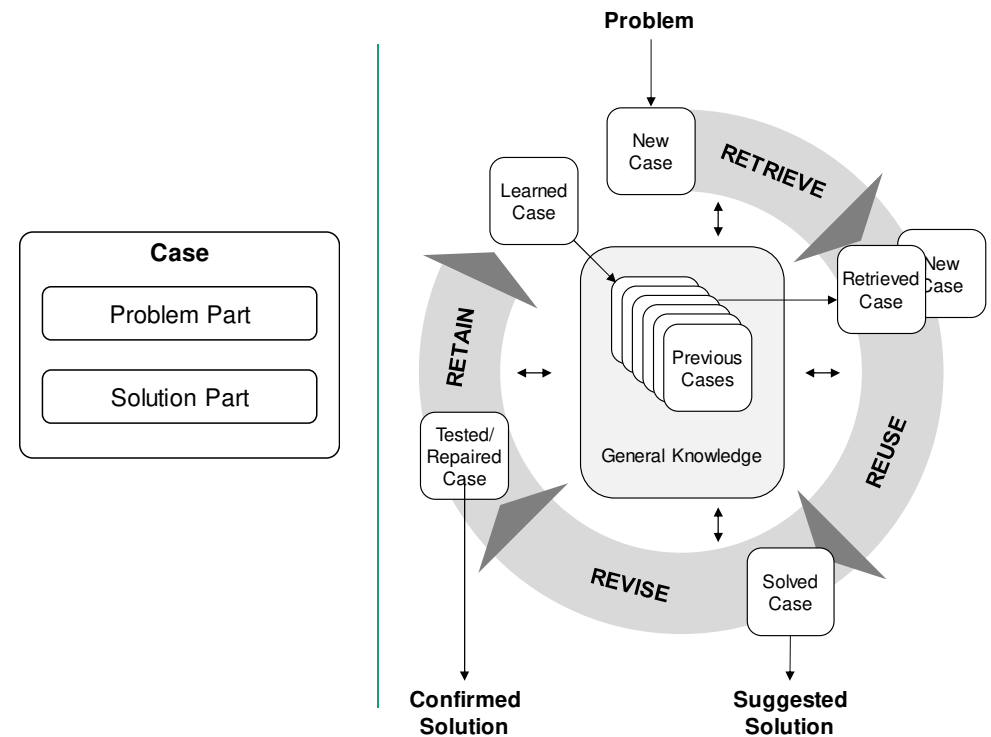
Methoden

Wie will ich die Forschungsfragen beantworten?

■ Schritt 3 | Entwicklung des CBR-Ansatzes

- Knowledge Representation
 - IST-Prozessaufnahme (EPK Prozessmodellierung)
 - Ableitung Problem-/Lösungsattribute (Vektor)
 - Vokabular-Definition
- Retrieve
 - Analyse verfügbarer Funktionen/Methoden zur Bestimmung der »Similarity«
 - Auswahl und Kombination relevanter Funktionen/Algorithmen zu einer Zielfunktion
- Offen: »Retrieval-Only System« vs. »Gesamtsystem«

■ CBR-Cycle und Case-Bestandteile nach AAMODT und PLAZA¹



¹Aamodt, Agnar, und Enric Plaza. 1994. Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches 7 (1): 39–59.
Mai 19

Inhalte

- Problemstellung
- Forschungsfrage
- Erwarteter Beitrag
- Methode
- Literatur

Literatur

Welche Research Streams (Forschungsgebiete) sind relevant?

■ Repair Kit Problem (RPK) und Kitting

Nr.	Jahr	Autor	Titel
Repair Kit Problem			
1	1980	Smith et al.	Optimal inventories based on job completion rate for repairs requiring multiple items.
2	1982	Graves et al.	A multiple-item inventory model with a job completion criterium.
3	1982	Hausman et al.	On optimal repair kits under a job completion criterion.
4	1982	Mamer et al.	Optimizing Field Repair Kits Based on Job Completion Rate.
5	1984	March et al.	On Optimizing Field Repair Kits Based on Job Completion Rate.
6	1987	Mamer et al.	A constrained capital budgeting problem with applications to repair kit selection.
7	1993	Brumelle et al.	The Repair Kit Problem Revisited.
8	1994	Heeremans et al.	Multiple period repair kit problem with a job completion criterion: case study.
9	2006	Teunter et al.	The Multiple-Job Repair Kit Problem.
10	2010	Bijvank et al.	Optimising a General Repair Kit Problem with a Service Constraint.
11	2017	Saccani et al.	Improving spare parts management for field services: a model and a case study for the repair kit problem.
12	2017	Prak et al.	The Repair Kit Problem with positive replenishment lead times and fixed ordering costs.
Weitere Kitting-Ansätze			
13	2013	Güllü et al.	A model for performance evaluation and stock optimization in a kit management problem.
14	2015	Moharana et al.	Determination of optimal kit for spare parts using association rule mining.

■ Case-based Reasoning | Allgemein

Nr.	Jahr	Autor	Titel
1	1992	Kolodner, Janet L.	An introduction to case-based reasoning
2	1993	Kolodner, Janet	Case-Based Reasoning
3	1994	Aamodt, Agnar; Plaza, Enric	Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches
4	1998	Wilke, Wolfgang; Bergmann, Ralph	Techniques and knowledge used for adaptation during case-based problem solving
5	2000	Goos, G.; Hartmanis, J.; van Leeuwen, J.; Carbonell, Jaime G.; Siekmann, Jörg; Blanzieri, Enrico; Portinale, Luigi	Advances in Case-Based Reasoning
6	2003	Bergmann, Ralph; Althoff, Klaus-Dieter; Breen, Sean; Göker, Mehmet; Manago, Michel; Traphöner, Ralph; Wess, Stefan	Developing Industrial Case-Based Reasoning Applications
7	2005	RICHTER, MICHAEL M.; Aamodt, Agnar	Case-based reasoning foundations
8	2012	Li, Hui; Sun, Jie	Case-based reasoning ensemble and business application
9	2013	RICHTER, MICHAEL M.; Weber, Rosina O.	Case-Based Reasoning
10	2015	Chebel-Morello, Brigitte; Haouchine, Mohamed Karim; Zerhouni, Noureddine	Case-based maintenance

■ Case-based Reasoning | Kontext „Instandhaltung und Service“ (vgl. Folie 5)

»INNOVATIVE LÖSUNGEN FÜR DAS HEUTE VON MORGEN«

Fraunhofer Austria

Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement

Theresianumgasse 7 | 1040 Wien

Tel: +43 1 504 69 06

office@fraunhofer.at

www.fraunhofer.at

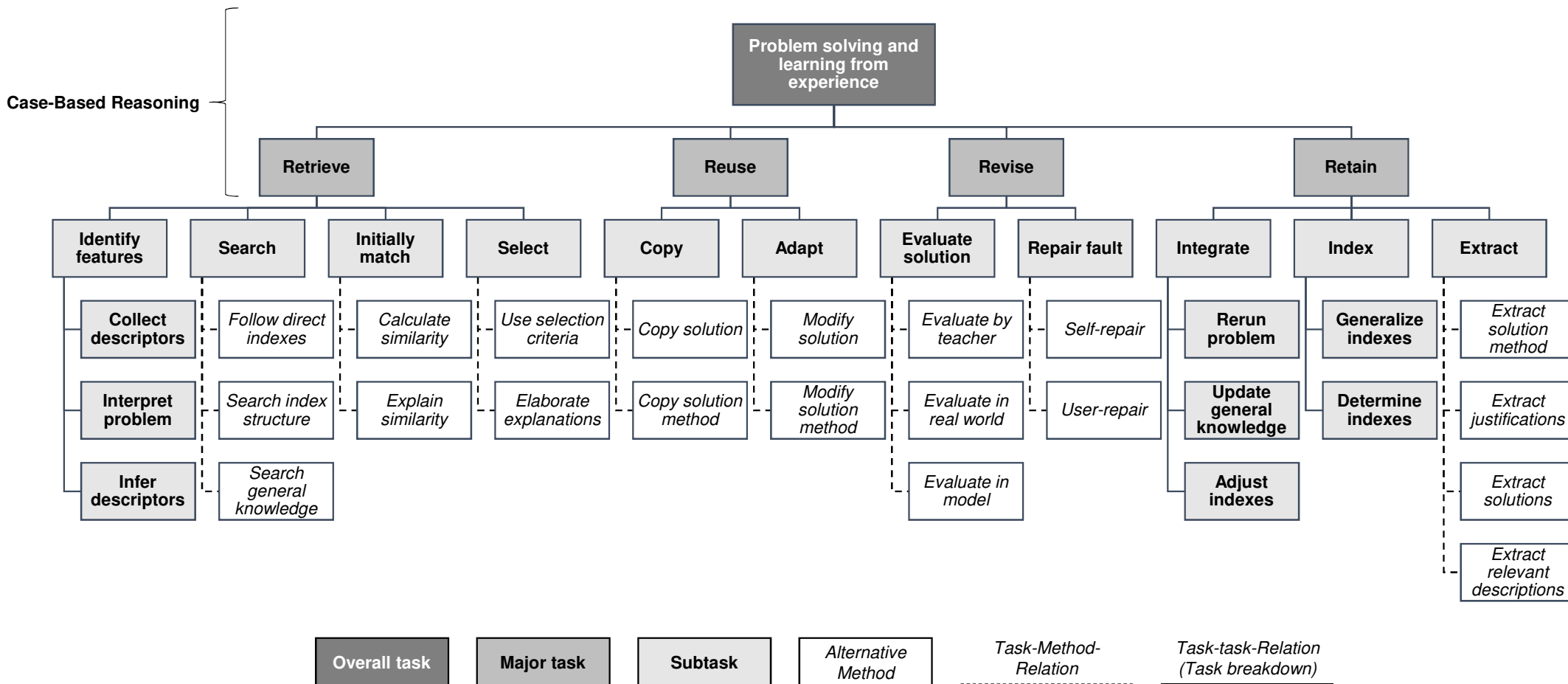
Martin Riester

Gruppenleiter Logistiksysteme und Transport

+43 676 888 616 28

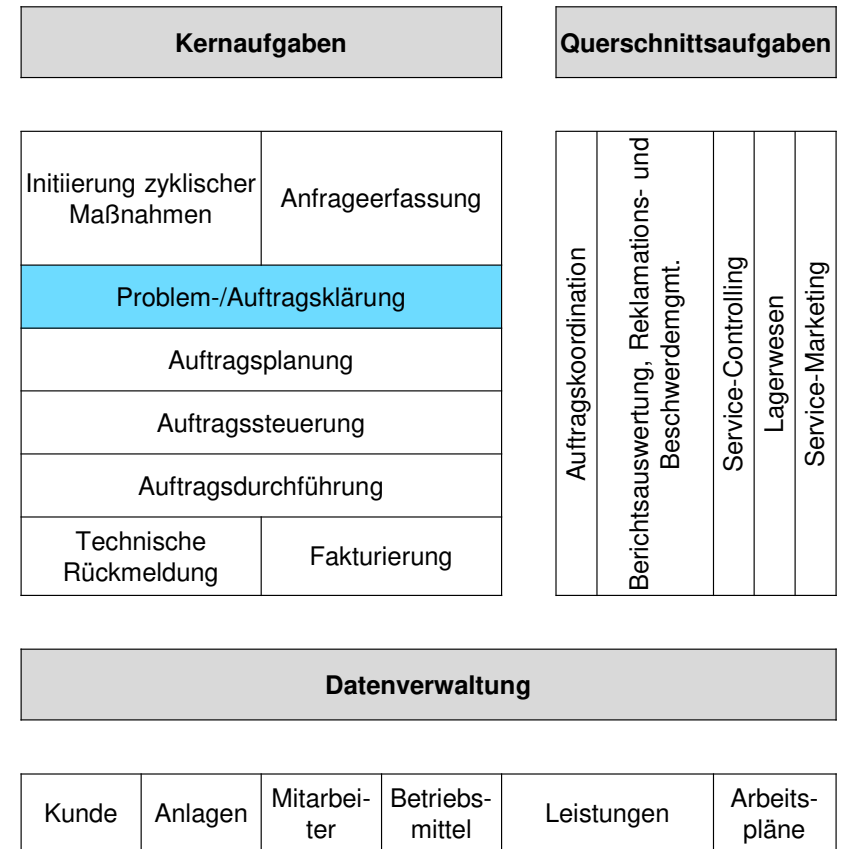
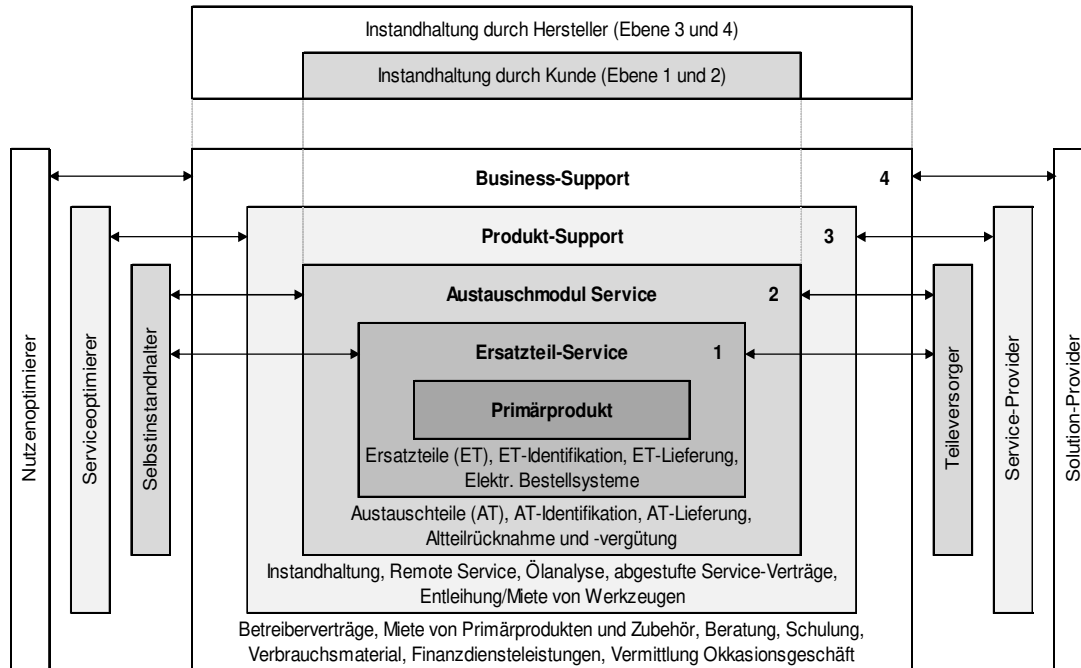
martin.riester@fraunhofer.at

CBR | Task-method structure in Anlehnung an Aamodt et al. (Aamodt und Plaza 1994)



Problemstellung

Wie stellt sich die Situation aktuell dar?



Problemstellung

Forschungslücke

Eingrenzung des Untersuchungsraums Ausprägungen	
Branche »Maschinen- und Anlagenbau«	Auftragsabwicklungsstruktur »Auftragsfertiger«
Fertigungsart »Variantenreiche Kleinserienfertigung«	Art der Instandhaltungsmaßnahme »Wartung«
Prozess »Ersatzteilidentifikation«	Kenngroßen »Bearbeitungszeit und korrekte Auftragspositionen«

Grad der Erfüllung	Symbol	RKP-Ansätze	Kitting-Ansatz nach GÜLLÜ et al.	Kitting-Ansatz nach MOHARANA et al.	Definiertes Merkmal
Erfüllt	●				
Teilweise erfüllt	◐				
Nicht erfüllt	○				
Abgleich Untersuchungsraum					
Branche	Maschinen- und Anlagenbau	○	○	●	●
	Andere	●	●	○	○
Auftragsabwicklungs-struktur	Auftragsfertiger	○	○	●	●
	Andere	●	●	○	○
Fertigungsart	Variantenreiche Kleinserienfertigung	○	○	●	●
	Andere	●	●	○	○
Instandhaltungs-maßnahmen	Wartung	●	○	●	●
	Inspektion	○	○	○	○
	Instandsetzung	●	●	●	○
	Verbesserung	○	○	○	○
Prozesseingrenzung	Fokus auf Teilprozess der "Ersatzteilidentifikation"	○	○	◐	●
	Andere Prozesse im Fokus	●	●	●	○
Kenngroßen im Optimierungsfokus	Bearbeitungszeit für die Ersatzteilidentifikation je Service-Auftrag	○	○	○	●
	Anzahl korrekter Service-Auftragspositionen je Service-Auftrag	◐	○	◐	●
	Andere Kenngroßen	●	●	●	○