

Modellierung des Radiologie-Workflows

Ein praktischer Vergleich etablierter
Prozessmodellierungssprachen

Lang M¹²³, Bürkle T², Laumann S³, Bauer J⁴, Prokosch H-U²

1. Workflow Forschungsgruppe, Imaging Science Institute, Tübingen
2. Lehrstuhl für Medizinische Informatik, Universität Erlangen Nürnberg
3. Department Soarian Imaging Enterprise, Siemens AG Medical Solutions, Erlangen
4. Abteilung für Radiologische Diagnostik, Universitätsklinik Tübingen

Martin Lang

GMDS 2006

Montag, 11. September 2006

martin.lang@m-lang.de

Gliederung

- Einleitung
- Methodik
- Ergebnisse
- Diskussion

SIEMENS

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-NürnbergUniversitätsklinikum
ErlangenIMAGING
SCIENCE
INSTITUTE

Universitätsklinik Tübingen



Universitätsklinikum Erlangen



Imaging Science Institute

Einleitung

Motivation

- **Modellierung ist Basis für Prozessverbesserungen**
- **Anforderungen an Modellierungssprachen variieren**
 - Zielsetzung der Modellierung
 - Dokumentation
 - Um- oder Neustrukturierung der Organisation
 - Verbesserung (qualitativ / monetär / prozessual)
 - Domäne (hier: Radiologie)
 - Viele Prozesstypen, Abweichungen, Akteure, Rollen, Fachabteilungen
 - Häufig Dienstleistungen nach Uno-Actu Prinzip
 - Hohe Durchdringung der Prozesse mit IT
- **Teil eines Forschungsprojektes der Siemens AG (Med), UK Erlangen und UK Tübingen**
 - Algorithmische Analyse und Bewertung der Prozesse zweier Radiologien

Einleitung

Zielsetzung

Zielsetzung dieser Arbeit

Vergleich **etablierter** und **graphischer** Prozessmodellierungssprachen

Fokus (Grundvoraussetzungen)

- Etablierte Modellierungssprache
- Graphische Modellierungssprachen
- Arbeitsabläufe der Radiologie
- Maschineninterpretierbare Prozessmodelle

Modellierungssprachen

- UML 2.0 Aktivitätsdiagramme (UML AD)
- ARIS Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)
- OMG Business Process Modeling Notation (BPMN)
- Workflow Netze (Wf-Netze nach W. van der Aalst)



Methodik

- **Modellierung des radiologischen Prozesses in Tübingen und Erlangen**
 - CT oral und iv Kontrast
- **Evaluierung der Modellierungssprachen**
 1. Anforderungen an die Modellierungssprache
 2. Interviews mit Expertengruppe für rad. Prozesse
 - 4 Experten aus der Industrie
 - 4 Experten mit klinischem Hintergrund
 - 4 Experten mit wissenschaftlichem Fokus



Methodik

Anforderungen an die Modellierungssprache

■ Grundlegende Anforderungen

- Ausdrucksmächtigkeit
- Formalisierungsgrad/Präzisierungsgrad
- Analysierbarkeit / Validierbarkeit
- Ausführbarkeit / Simulierbarkeit
- Herstellerunabhängigkeit
- Angemessenheit
- Einfachheit / Verständlichkeit

■ Klinische Schwerpunkte

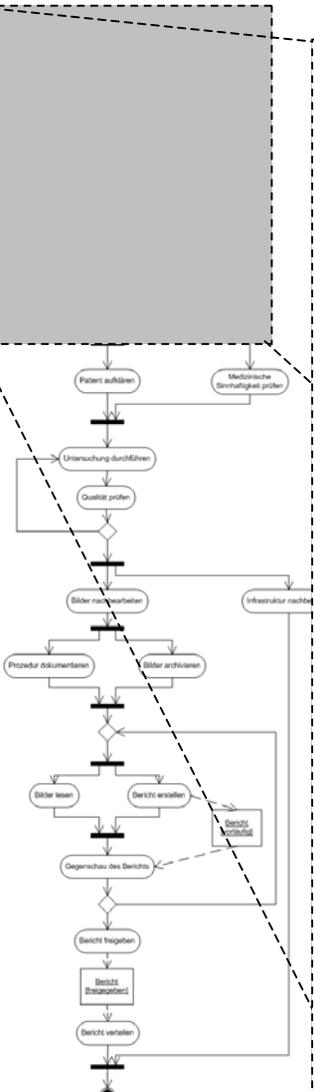
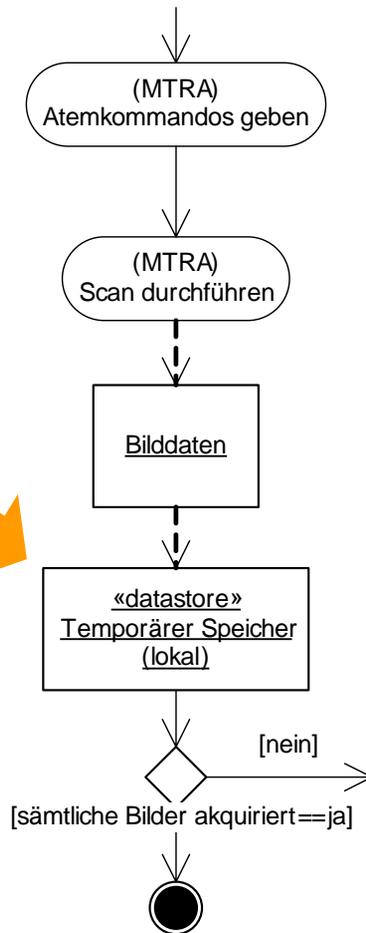
- Organisatorische Aspekte ++
- Operationale Aspekte +
- Datenorientierte Aspekte +
- Zeitliche Aspekte +



Ergebnisse

UML 2.0 Aktivitätsdiagramme

Datenspeicherknoten



Vorteile

- Ausdrucksstark
 - Darstellung von Kontroll- und Datenflüssen
 - Datenspeicher Knoten
 - Warteschlangen
 - Zeitliche Ereignisse
 - Exception Handler, ...
- Erweiterbar
- offizieller Standard
- formal fundiert (PN-Semantik)
- breiter Tool-Support
- ...

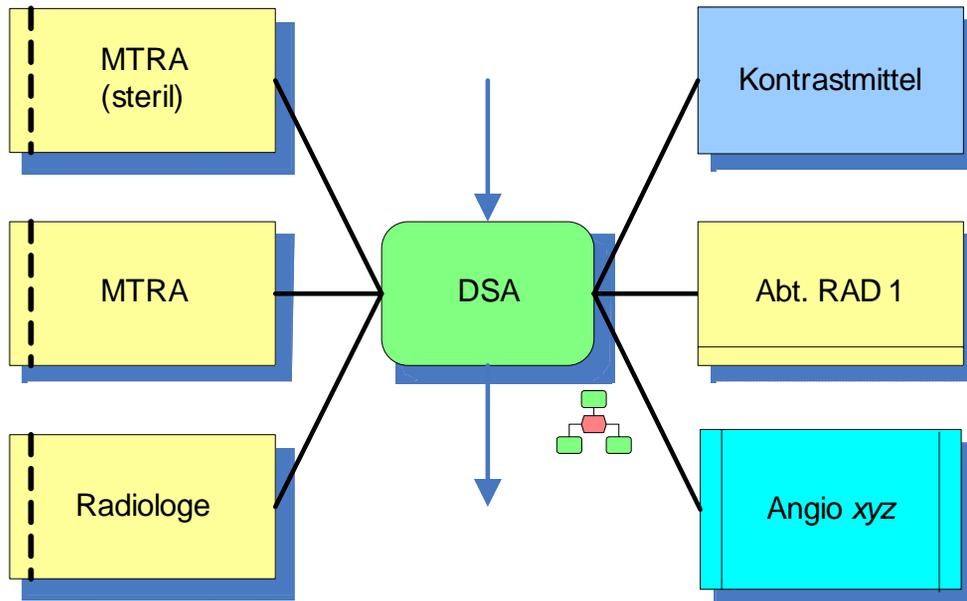
Nachteile

- UML ist in ihrer Vollständigkeit nicht ausführbar
- Eingeschränkte Simulationsmöglichkeiten (Werkzeuge)
- Eingeschränkte Prozessanalysefähigkeiten (Werkzeuge)
- Keine Spezifikation des Ausführungsortes
- ...

Ergebnisse

Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)

Involvierte Akteure, Ressourcen + Ausführende Organisationseinheit / Ort



Vorteile

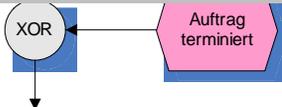


- hohe Anschaulichkeit
- explizite Darstellung von primären, sekundären, optionalen Akteuren
- Aufführungsort ist spezifizierbar
- Werkzeuge zur Analyse und Simulation
- Diverse Formalisierungsaktivitäten
- Weite Verbreitung / Praxisnähe
- ...

Nachteile



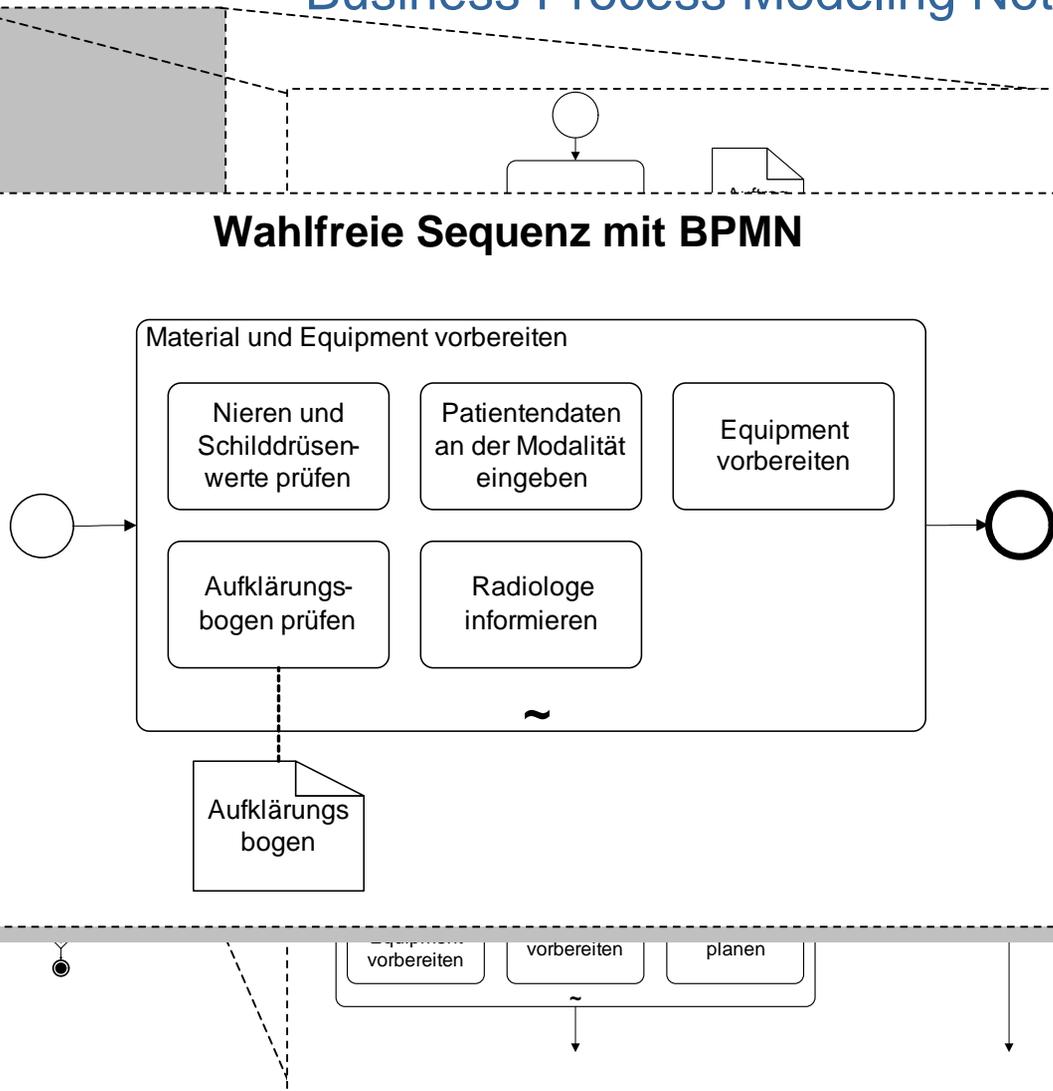
- Abbruch von Aktivitäten nicht darstellbar
- Zeitliche Ereignisse nur indirekt
- nur statische Sicht auf Prozesse
- kein offizieller Standard (Proprietär)
- Simulation z.T. nur durch Erweiterungen
- ...



Ergebnisse

Business Process Modeling Notation (BPMN)

Wahlfreie Sequenz mit BPMN



Vorteile



- Ausdrucksstark
- Wahlfreie Sequenz
- Dauer von Aktivitäten / Wartezeiten
- Explizit Darstellung von Kontroll- und Datenflüssen
- Reichhaltiges Event-Konzept
- formal fundiert (PN-Semantik)
- offizieller Standard
- Ausführbar (BPMN↔BPEL)
- ...

Nachteile

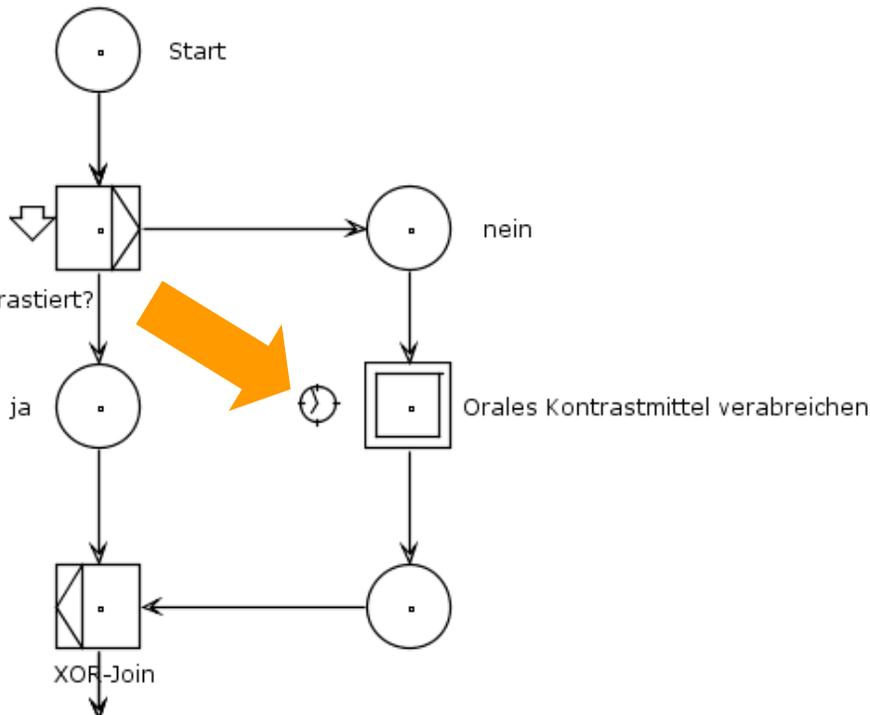


- Schwimmbahnnotation für Akteure
- mehrerer Akteure innerhalb eines geöffneten Subprozesses nicht darstellbar
- Benötigte Ressourcen nicht modellierbar
- ...

Ergebnisse

Workflow-Netze nach Aalst (Petrietze)

Trigger und zeitliche Ereignisse



Vorteile



- Spezifikation von
 - Triggern und zeitlichen Ereignissen
 - Ressourcen / Ressourcenklassen
 - N Akteure / Aktivität
- Formale Syntax und Semantik
- Starke mathematische Basis
- Turing-vollständig
- Analysierbarkeit / Simulierbarkeit
- Zahlreiche Erweiterungen
- ...

Nachteile



- Datenflüsse nur implizit
- Modelle häufig sehr groß und komplex
- Viele Varianten, kein Standard
- ...

Ergebnisse

Ausdrucksmächtigkeit (Kontrollflusskonstrukte nach Aalst et al.)

	UML AD	eEPK	BPMN	Wf-Netze
Basic Control-flow				
Sequence				
Parallel Split				
Synchronization				
Exclusive Choice				
Simple Merge				
Advanced Synchronisation				
Multi Choice				
Synchronizing Merge	-	+	+/-	-
Multi Merge	+	-	+	+
Discriminator	+	-	+	-
Structural Patterns				
Arbitrary Cycles	+	+	+	+
Implicit Termination	+	+	+	-
Multiple Instance Pattern				
MI without Synchronization	+	-	+	+
MI with a Priori Design Time Knowledge	+	+	+	+
MI with a Priori Runtime Knowledge	+	-	+	-
MI without a Priori Runtime Knowledge	-	-	-	-
State-based Patterns				
Deferred Choice	+	-	+	+
Interleaved Parallel Routing	-	-	+/-	+
Milestone	-	-	-	+
Cancellation Patterns				
Cancel Activity	+	-	+	+/-
Cancel Case	+	-	+	-

Bewertung der Modellierungssprachen

Zusammenfassung

- Bis zu einem gewissen Detaillierungsgrad sind alle betrachteten Sprachen geeignet

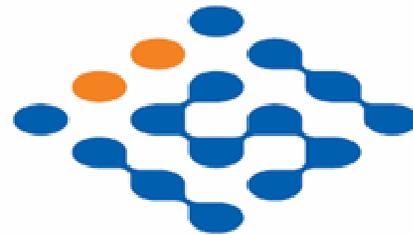
	UML 2.0 AD	EPK	BPMN	Wf-Netz
Ausdrucksmächtigkeit	+			+/-
Formalisierungsgrad/Präzisionsgrad	++			++
Analysierbarkeit / Validierbarkeit	+/-			++
Ausführbarkeit / Simulierbarkeit	-			++
Herstellerunabhängigkeit	+			-
Angemessenheit	+			+
Einfachheit/Verständlichkeit	+			+

Objektive
Bewertung
+
Gewichtung
durch
Expertengruppe

Bewertung
durch
Expertengruppe



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

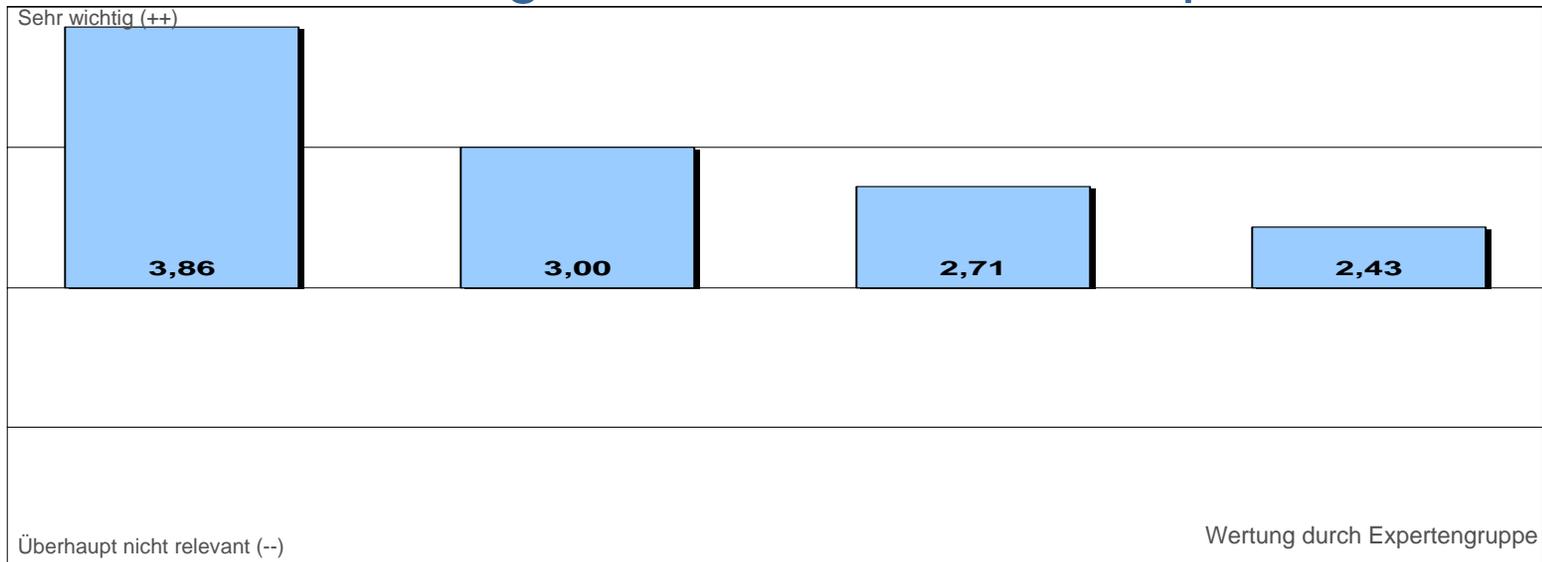


IMAGING
SCIENCE
INSTITUTE



Ergebnisse

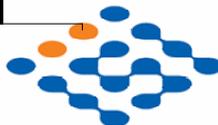
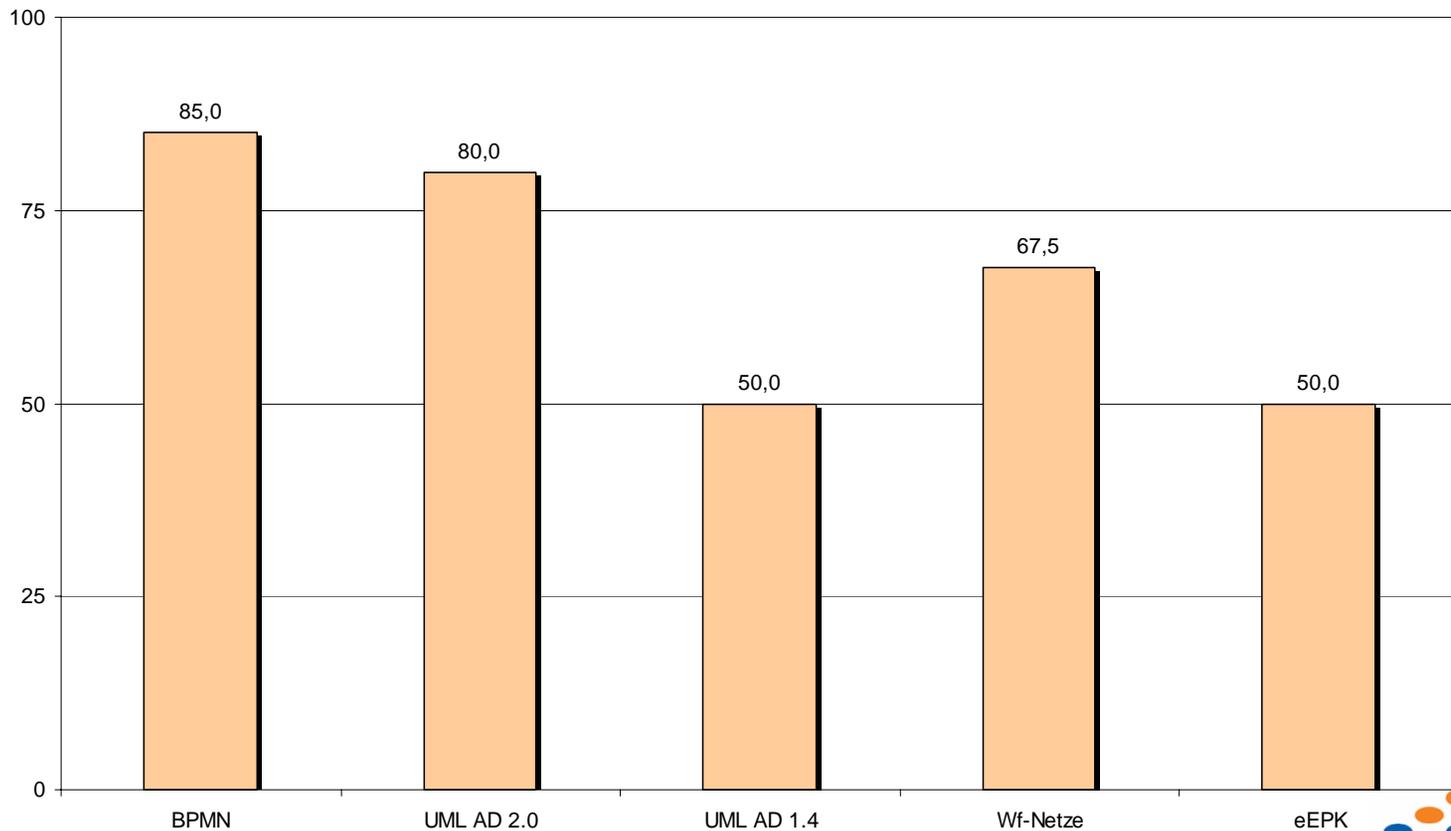
Ausdrucksmächtigkeit - Klinische Schwerpunkte



Organisatorisch	Operational	Datenorientiert	Zeitlich
<ul style="list-style-type: none"> ■ Akteure / Rollen ■ Aktion-Akteur-Zuweisung ■ Verantwortlichkeiten ■ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mehrere ausführende Akteure ■ Ressourcen (Devices) ■ Ausführungsort 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Daten- und Dokumentenfluss ■ Entitys / Datenobjekte ■ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kausale Abhängigkeiten ■ Dauer von Aktivitäten ■ Wartezeiten ■ ...

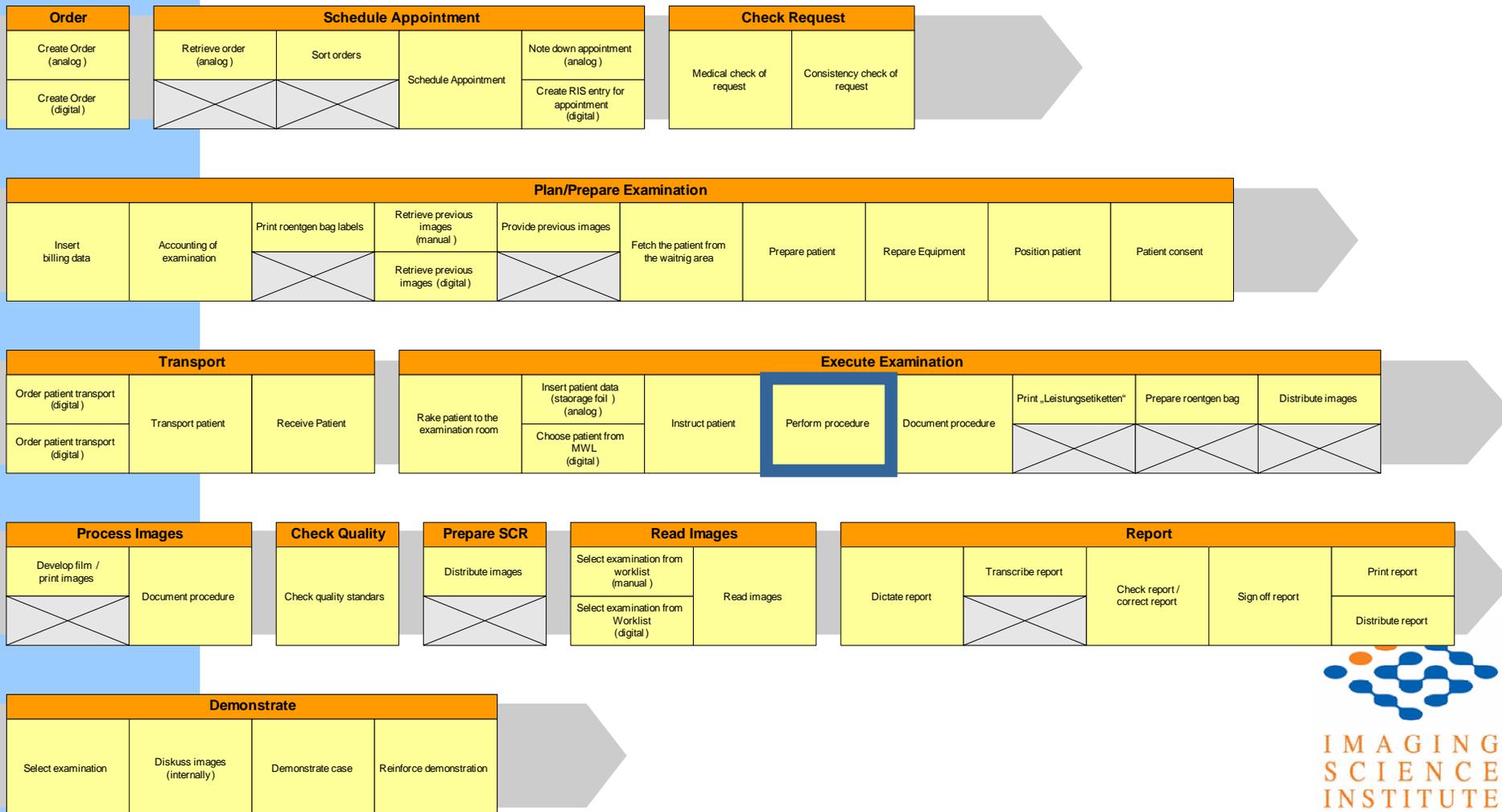
Ausdrucksmächtigkeit

Klinische Anforderungen und Schwerpunkte



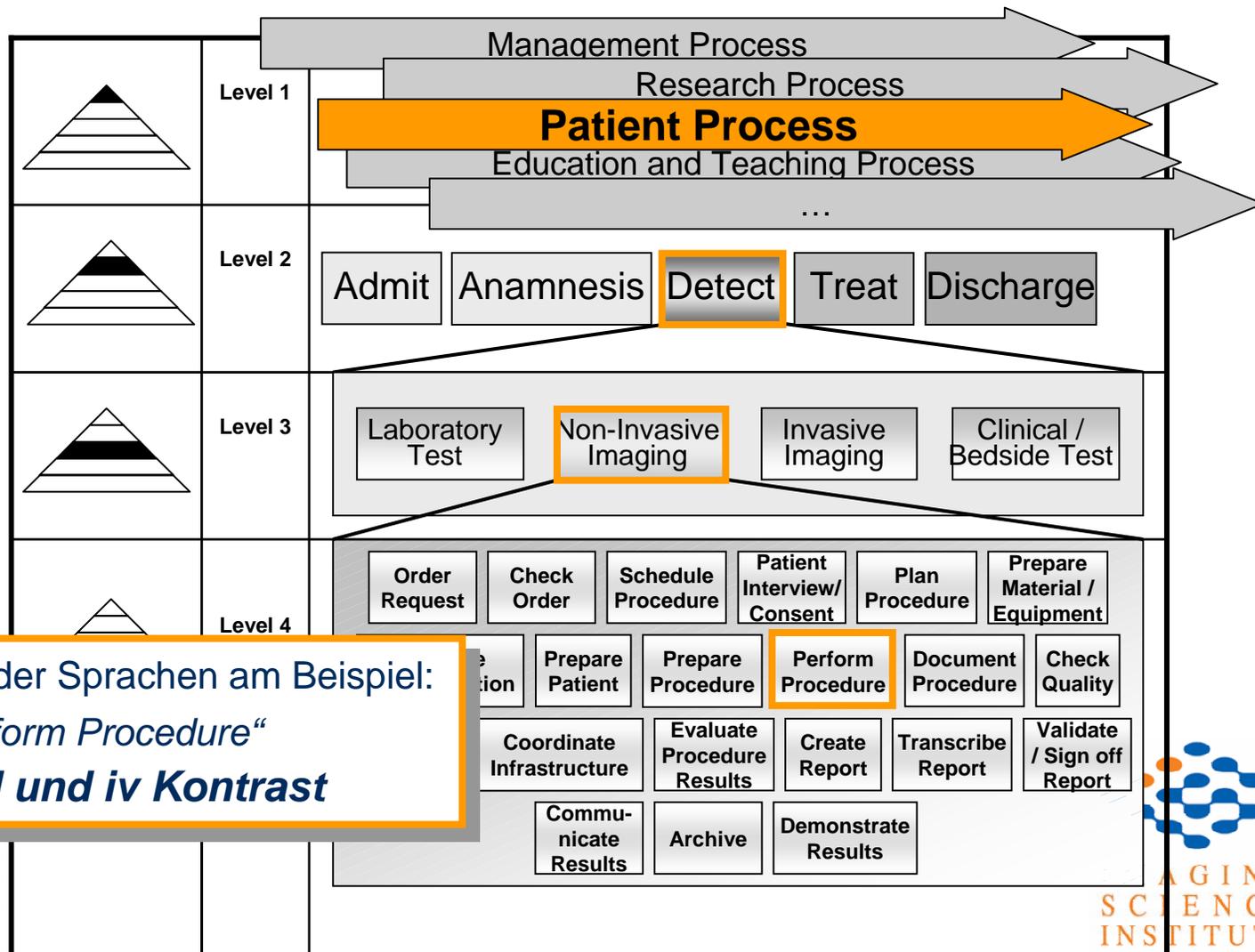
Klinische Prozesse

Der radiologische Kernprozess



Methodik

Einordnung der modellierten Radiologieprozesse



Hier Vergleich der Sprachen am Beispiel:

„Perform Procedure“

CT oral und iv Kontrast



IMAGING
SCIENCE
INSTITUTE