

Komposition von Prozessinstanzen unter Berücksichtigung von Leistungs- und Qualitätsmerkmalen

Daniel Ried

Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Kaiserstr. 89
76128 Karlsruhe
daniel.ried@kit.edu

Abstract: In organisationsübergreifenden Geschäftsprozessen, z.B. in B2B-Szenarien, werden einzelne Arbeitsschritte ausgelagert und von unterschiedlichen externen Leistungserbringern ausgeführt. Neben den eigentlichen Prozessobjekten, z.B. realen Gütern, Dokumenten oder Daten, sowie dem funktionalen Verhalten und dem Organisationsaspekt müssen weitere Aspekte wie Zeit, Kosten, Qualität und andere nicht-funktionale Eigenschaften, wie z.B. unterschiedliche Leistungsgüte bzw. Produktqualität zu bestimmten Konditionen, Sicherheit oder Datenschutz, berücksichtigt werden, die in Dienstleistungsvereinbarungen, Rahmenverträgen, Verfahrens- oder Qualitätsrichtlinien dokumentiert sind. In diesem Beitrag wird ein Petri-Netz-basierter Ansatz zur Integration von Leistungs- und Qualitätsmerkmalen in Geschäftsprozessmodelle vorgestellt, der die Grundlage dafür schafft, dass die Anforderungen an die Qualität und andere nicht-funktionale Eigenschaften einer Leistungserbringung modelliert und ausgewertet werden können. Mit Hilfe geeigneter Auswahlmechanismen können somit a priori während der Ausführung den Anforderungen entsprechende Prozessinstanzen zusammengestellt werden.

1 Einleitung

In organisationsübergreifenden Geschäftsprozessen werden einzelne Arbeitsschritte oder Teilabläufe von unterschiedlichen Akteuren, z.B. Organisationseinheiten, Partnerunternehmen, externen Dienstleistungsanbietern oder Zulieferern, ausgeführt. Zu diesem Zweck müssen Prozessobjekte, wie z.B. reale Güter, Dokumente oder Daten zur weiteren Be- bzw. Verarbeitung an diese weitergereicht werden. Neben dem strukturellen zeitlichen Ablauf und konditionalen und kausalen Ablaufregeln können mit Hilfe von Petri-Netzen als Prozessmodellierungssprache der funktionale Aspekt, der Objektaspekt und der Organisationsaspekt beschrieben werden. Dies hat zur Folge, dass zur Ausführungszeit relevante und benötigte Informationen über die einzelnen auszuführenden Arbeitsschritte, die zu be- oder verarbeitenden Objekte und die beteiligten Akteure vorliegen. Hinzu kommt bei der Simulation die Berücksichtigung von Zeit, Kosten und Wahrscheinlichkeiten für die Ausführung der einzelnen Arbeitsschritte.

In bestimmten Anwendungsfällen sind darüber hinaus noch weitere Aspekte zu berücksichtigen, insbesondere bei verteilten oder ausgelagerten Arbeitsschritten oder Teilabläufen. So existieren in vielen Fällen Dienstleistungsvereinbarungen, Rahmenverträge, Verfahrens- oder Qualitätsrichtlinien zwischen Unternehmen, in denen außer Kosten und Liefer- oder Bearbeitungszeiten auch andere Leistungsmerkmale festgelegt sind, wie z.B. unterschiedliche Leistungsgüte zu bestimmten Konditionen, Sicherheit oder Datenschutz. Darüber hinaus kann ein Arbeitsschritt alternativ von mehreren Akteuren mit unterschiedlichen Ausprägungen bestimmter Merkmale ausgeführt werden. In diesem Fall bedarf es einer einheitlichen Beschreibung von relevanten und in Vereinbarungen oder Verträgen festgelegten Leistungs- und Qualitätsmerkmalen, deren Ausprägungen bei der Komposition oder während der Ausführung einer Prozessinstanz ausgewertet werden können, um einen konkreten Akteur auszuwählen. Insbesondere bzgl. der Komposition wurden in [MM04] verschiedene Prozessmodellierungssprachen, darunter auch Petri-Netze, auf bestimmte Anforderungen hin untersucht und gegenübergestellt. Den meisten der untersuchten Sprachen mangelt es an einer geeigneten Unterstützung für die Beschreibung nicht-funktionaler Eigenschaften sowie bei der automatisierten Komposition.

Daher wird in diesem Beitrag ein Petri-Netz-basierter Ansatz zur Integration von Leistungs- und Qualitätsmerkmalen in Geschäftsprozessmodelle vorgestellt. Dieser schafft die Grundlage dafür, dass neben den eigentlichen Prozessobjekten, die in den unterschiedlichen Petri-Netz-Varianten bspw. durch einfache (boolesche), gefärbte, einfach oder komplex strukturierte Marken (Tokens) dargestellt werden, weitere Anforderungen an die Be- bzw. Verarbeitung der Prozessobjekte, d.h. allgemein an die Leistungserbringung und deren Qualität, modelliert werden können. Somit können Leistungsvereinbarungen verschiedener Akteure formal beschrieben und einem Arbeitsschritt zugewiesen werden, so dass a priori oder während der Ausführung einer Prozessinstanz für jeden Arbeitsschritt ein „passender“ Akteur ausgewählt werden kann, d.h. eine den Anforderungen des Nachfragers entsprechende Prozesskomposition auf Instanzebene erfolgen kann.

2 Hintergrund und verwandte Arbeiten

Viele Ansätze zur formalen Beschreibung und automatisierten Auswertung von Leistungs- und Qualitätsmerkmalen sind eher technologiegetrieben und stammen aus dem Umfeld der Kommunikationstechnik, der Service-orientierten Architekturen, der Software-as-a-Service-Angebote oder der Cloud-Dienste. Diese sind u.a. WS-Agreement [AC+07], WSLA [KL03], WS-Policy [VO+07], WS-QoS [TG+03] sowie WSQM [KL05] und die in dessen Rahmen spezifizierten Qualitätsmerkmale für Web Services [KL+11]. Andere befassen sich mit Qualitätsmetriken [VC+07] und -modellen [HKP11] für Geschäftsprozesse, um eine Aussage über z.B. die Komplexität oder die Verständlichkeit von Prozessmodellen treffen zu können. Weitere Ansätze fokussieren sich auf elektronische Geschäftsbeziehungen und Verzeichnisse für Dienstangebote, wie z.B. ebXML [EN01] und UDDI [CH+04], und beschreiben hauptsächlich funktionale Eigenschaften sowie Datenaustausch- und Nachrichtenformate. Jedoch existieren nur wenige Ansätze, die zusätzlich zu den funktionalen Eigenschaften einzelner Arbeitsschritte,

Teilabläufe oder Geschäftsprozesse auch die nicht-funktionalen, insbesondere Leistungs- und Qualitätseigenschaften, angemessen berücksichtigen. Lediglich in [Hü08] wird ein formales Modell für die Qualität von Services und die Berücksichtigung von Qualitätsmerkmalen in Geschäftsprozessen vorgestellt, jedoch nicht als integraler Bestandteil der Prozessmodellierungssprache. Abbildung 1 skizziert die Einordnung der bisher angesprochenen Ansätze hinsichtlich der Beschreibung der in organisationsübergreifenden Szenarien relevanten nicht-funktionalen Eigenschaften auf drei Ebenen. Zusätzlich werden mögliche Einflüsse, die durch existierende Ansätze beschrieben werden können, auf den in diesem Beitrag vorgestellten Ansatz dargestellt.

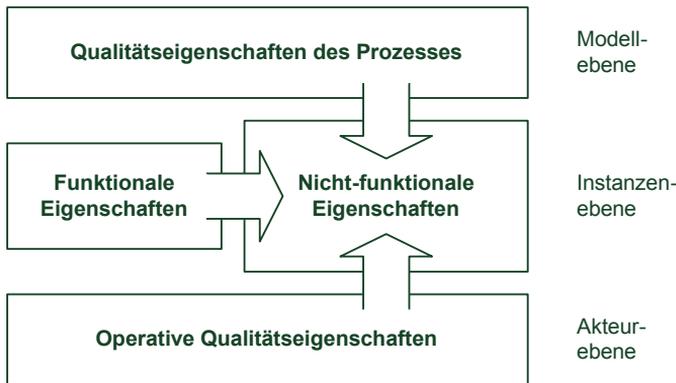


Abbildung 1: Einfluss verschiedener Eigenschaften auf die Qualität von Prozessinstanzen

Voraussetzung für die Integration von nicht-funktionalen Eigenschaften auf Instanzen-ebene ist zunächst, dass der zugrundeliegende Geschäftsprozess auf Modellebene eine „gewisse Qualität“ besitzt. D.h. er sollte u.a. bestimmte strukturelle Eigenschaften aufweisen, z.B. sollten funktionale Einheiten durch atomare und isolierte Arbeitsschritte oder Teilabläufe repräsentiert werden. Für die eigentliche Beschreibung der nicht-funktionalen Eigenschaften und der Prozessobjekte auf Instanzenebene fließen Informationen über funktionale Eigenschaften (z.B. Lieferkonditionen oder Zahlungsmodalitäten) auf gleicher Ebene und über die operative Qualität der Leistungserbringung (z.B. garantierte Antwort- oder Reaktionszeit eines IT-basierten Dienstes bzw. eines persönlichen Ansprechpartners) auf der Akteurebene mit ein.

Im folgenden Abschnitt wird ein generischer Ansatz zur Beschreibung nicht-funktionaler Eigenschaften einzelner Arbeitsschritte eines Geschäftsprozesses vorgestellt. Dieser orientiert sich an verschiedenen, zum Teil standardisierten Ansätzen zur Beschreibung der Dienstgüte (Quality of Service, QoS) und von Dienstgütevereinbarungen (Service Level Agreements, SLA) für Web Services.

3 Leistungs- und Qualitätseigenschaften in Geschäftsprozessen

Zur Veranschaulichung des Ansatzes soll das nachfolgende Beispiel eines Geschäftsprozesses dienen. Als Prozessmodellierungssprache werden Petri-Netze [Re86] verwenden.

det, da diese die im weiteren Verlauf dieses Beitrags und die im Rahmen zukünftiger Arbeiten benötigten formalen Konzepte bereitstellen, wie z.B. Netztransformation, Erreichbarkeitsanalyse oder die Berechnung bzw. Auswertung von Schaltfolgen. Da die zu integrierenden Leistungs- und Qualitätseigenschaften mit Hilfe von XML beschrieben werden, werden zusätzlich einige Konzepte der XML-Netze [LO03], einer Variante der höheren Petri-Netze, verwendet, um die Integration und die Verarbeitung von XML-Dokumenten zu ermöglichen.

3.1 Beispiel

Gegeben sei der in Abbildung 2 dargestellte Ausschnitt aus einem Prozessmodell. Hierbei wird zunächst von der Annahme ausgegangen, dass der Prozess als einfaches Petri-Netz [Re86], z.B. als Stellen/Transitions-Netz (S/T-Netz), unter Verwendung spezieller Kontrollflussmuster (XOR-Split und XOR-Join) in der Notation nach [Aa98] modelliert ist. Zusätzlich stellt der untere Teil der Abbildung eine Verfeinerung der Transition „Beförderungsmittel buchen“ im oberen Teil dar. Diese Transition repräsentiert einen vermeintlich einfachen Arbeitsschritt für die Buchung eines Beförderungsmittels im Rahmen eines Reiseplanungsprozesses.

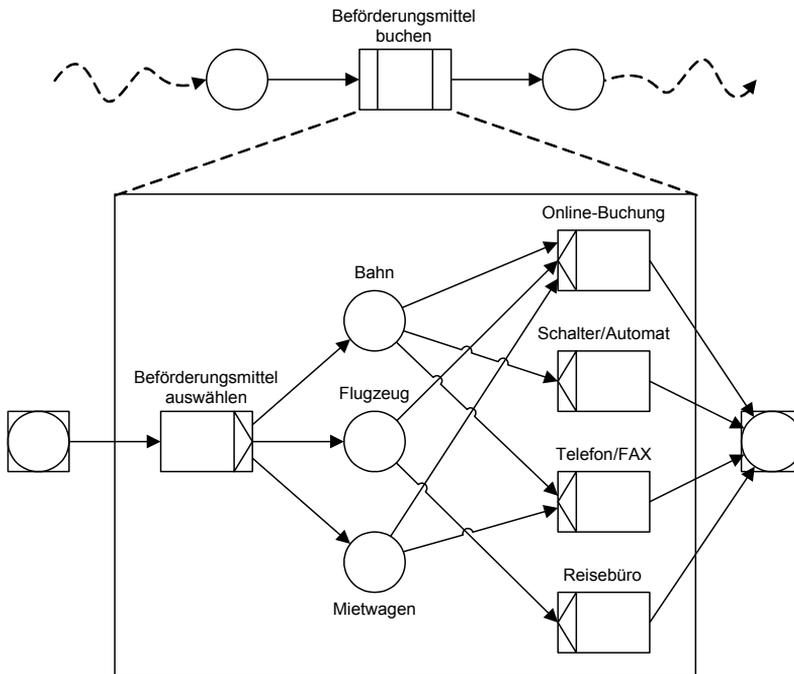


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Prozessmodell eines Reiseplanungsprozesses

Ein solcher Arbeitsschritt wird als abstrakte Funktionalität oder abstrakte Leistung bezeichnet, da auf der Modellebene weder Informationen über ein konkretes Beförderungsmittel, noch über konkrete Buchungsmodalitäten bei einem bestimmten

Anbieter als Akteur vorliegen. Auf der Instanzenebene stehen nun verschiedene konkrete Ausprägungen als Funktion bzw. zur Leistungserbringung zur Verfügung. In der Verfeinerung der die abstrakte Funktionalität repräsentierenden Transition sind diese anhand der verschiedenen Wege durch das untere Teilnetz zu erkennen. Im vorliegenden Beispiel können eine Bahnverbindung, ein Flug oder ein Mietwagen auf unterschiedliche Weisen und zu unterschiedlichen Konditionen (bzgl. Preis, Lieferzeit oder Reisedauer) gebucht werden. Im Umfeld des Business-to-business (B2B) sind diese in den meisten Fällen in Leistungsvereinbarungen oder Rahmenverträgen festgelegt und dokumentiert. So könnte ein Reisebüro für einen Großkunden auf bestimmte Leistungen einen Rabatt gewähren und daher einen Flug zu einem günstigeren Preis anbieten als die Fluggesellschaft selbst über ihr eigenes Online-Buchungssystem. Falls der Preis für die Leistungserbringung das einzige Kriterium für die Auswahl eines Anbieters ist, könnte nun der Anbieter mit dem günstigsten Preis als Akteur einer konkreten Funktion an die Prozessinstanz gebunden werden.

Allerdings wird in der Regel neben dem Preis für eine bestimmte Leistung noch eine Vielzahl weiterer Kriterien die Auswahl beeinflussen, so könnten zeitliche Einschränkungen bzgl. des Zeitpunkts und der Dauer der Leistungserbringung vorliegen. Soll der Reiseantritt bereits in wenigen Tagen erfolgen, so müssen z.B. die Geschäftszeiten des Anbieters oder die Dauer für den Versand der Flugtickets beachtet werden. Um diese Informationen, d.h. sowohl die Leistungs- und Qualitätsanforderungen des Nachfragers als auch die Leistungs- und Qualitätssicherungen des Anbieters, beschreiben und auswerten zu können, bedarf es einer formalen Beschreibung der Anforderungen und insbesondere der Zusicherungen, die in Leistungsvereinbarungen, Verträge und Qualitätsrichtlinien zwischen den beiden Parteien bindend festgelegt sind. Hierfür wurde die im folgenden Abschnitt vorgestellte Contract & Policy Description Language entwickelt.

3.2 Leistungsvereinbarungen, Verträge und Qualitätsrichtlinien

Ausgehend von dem vorangegangenen Beispiel wird nun zunächst ein formales Modell für die Contract & Policy Description Language (CPDL) definiert, das sich in Teilen an dem Ansatz zur Modellierung von Qualitätsmerkmalen aus [Hü08] orientiert. Anschließend wird in Abschnitt 3.3 ein XML Schema für Leistungsvereinbarungen, Verträge und Qualitätsrichtlinien vorgestellt, dessen Aufbau sich an die Sprachspezifikation von WSLA [LK+03] anlehnt.

Die Menge der Qualitätsmerkmale oder allgemein der nicht-funktionalen Eigenschaften einer abstrakten Leistung L sei definiert als $Q_L = \{q_1, \dots, q_n\}$ von endlich vielen Leistungs- und Qualitätsmerkmalen q_i mit $1 \leq i \leq n$, $n \in \mathbb{N}$. Ein Qualitätsmerkmal q besitzt eine Domäne dom_q , die einen Datentyp oder einen Bereich bzw. eine Menge zulässiger Werte festlegt, sowie eine Maßeinheit unit_q .

Im Beispiel seien für die abstrakte Leistung „Beförderungsmittel buchen“ (BB) die Qualitätsmerkmale „Bearbeitungszeit“ (BZ), „Lieferzeit“ (LZ), „Preis“ (P) und „Großkundenrabatt“ (GR) vorgegeben, so dass $Q_{BB} = \{BZ_{BB}, LZ_{BB}, P_{BB}, GR_{BB}\}$. Für die einzelnen Merkmale werden die entsprechenden Domänen und Einheiten wie folgt definiert:

- $\text{dom}_{\text{BZ}} = \text{dom}_{\text{LZ}} = \mathbb{N}$, $\text{unit}_{\text{BZ}} = \text{unit}_{\text{LZ}} = \text{Minuten}$,
- $\text{dom}_{\text{P}} = \mathbb{R}^+$, $\text{unit}_{\text{P}} = \text{EUR}$,
- $\text{dom}_{\text{GR}} = \{ x \mid 0 \leq x \leq 100, x \in \mathbb{N} \}$, $\text{unit}_{\text{GR}} = \%$.

Diese sind zwar grundlegende, aber zunächst noch nicht sehr aussagekräftige Bestandteile einer Contract & Policy Description (CPD), da sowohl der Bezug zu einem konkreten Anbieter als auch zu den von ihm angebotenen Leistungen sowie zu den zugesicherten Qualitätslevels fehlt. Daher wird die Beschreibung einer Leistungserbringung durch einen Anbieter prov ähnlich wie ein SLA in [LK+03] und [Hü08] vereinfacht definiert als $\text{CPD}_{\text{L,prov}} = (\text{prov}, Q_{\text{L}}, \text{Obj})$ mit der Menge $\text{Obj} = (\text{sco}, \{ \lambda(q_1), \dots, \lambda(q_n) \})$ an Zusicherungen eines Anbieters in einem bestimmten Geltungsbereich sco. Die Abbildung $\lambda : Q_{\text{L}} \rightarrow \bigcup_{q \in Q_{\text{L}}} (\text{dom}_q \times \text{sem}_q)$ weist jedem Qualitätsmerkmal $q \in Q_{\text{L}}$ ein Qualitätslevel zu, bestehend aus einem Wert aus der Domäne dom_q des Merkmals und der zugehörigen Semantik $\text{sem}_q \in \{ \text{min}, \text{max}, \text{fix}, \text{avg} \}$. Die Semantik sagt aus, ob der zugesicherte Wert als ein minimaler, ein maximaler, ein feststehender oder ein Durchschnittswert zu interpretieren ist.

Die Beschreibung einer konkreten Leistungserbringung des Anbieters „Reisebüro“ für die abstrakte Leistung „Beförderungsmittel buchen“ setzt sich dann wie folgt zusammen: $\text{CPD}_{\text{BB}} = (\text{Reisebüro}, Q_{\text{BB}}, \{ \text{Obj}_{\text{Abh}}, \text{Obj}_{\text{Post}} \})$, wobei der Anbieter zwei Zusicherungen bereitstellt, eine für die Abholung der Flugtickets und eine andere für den Postversand. Beide Zusicherungen sollen während der Geschäftszeiten des Reisebüros gelten, so dass $\text{sco}_{\text{Abh}} = \text{sco}_{\text{Post}} = \text{Geschäftszeiten}$. Die aus einem beispielhaften Rahmenvertrag entnommenen Qualitätslevels seien

- $\lambda_{\text{Abh}}(\text{BZ}_{\text{BB}}) = (5, \text{avg})$, $\lambda_{\text{Post}}(\text{BZ}_{\text{BB}}) = (15, \text{avg})$,
- $\lambda_{\text{Abh}}(\text{LZ}_{\text{BB}}) = (5, \text{max})$, $\lambda_{\text{Post}}(\text{LZ}_{\text{BB}}) = (2880, \text{min})$,
- $\lambda_{\text{Abh}}(\text{P}_{\text{BB}}) = \lambda_{\text{Post}}(\text{P}_{\text{BB}}) = (49.99, \text{fix})$,
- $\lambda_{\text{Abh}}(\text{GR}_{\text{BB}}) = \lambda_{\text{Post}}(\text{GR}_{\text{BB}}) = (15, \text{fix})$.

Desweiteren könnten nun für weitere Anbieter dieser Leistungserbringung jeweils eine CPD erstellt werden, z.B. für die Fluggesellschaft, die möglicherweise für ihr Online-Buchungssystem keine Zusicherungen vertraglich garantiert, für die der Nachfrager allerdings statistische Werte, Erfahrungswerte, oder stochastische Annahmen einfließen lassen kann.

3.3 Integration von Leistungs- und Qualitätsmerkmalen in Prozessmodelle

Die Integration der Contract & Policy Descriptions erfolgt im Rahmen einer Erweiterung der XML-Netze [LO03], einer Variante der höheren Petri-Netze, wobei zunächst davon ausgegangen wird, dass die ursprünglichen Prozesse als XML-Netz mit einer S/T-Netz-Semantik modelliert sind, d.h. die eigentlichen Prozessobjekte werden durch einfache Marken repräsentiert. Lediglich dort, wo die Integration einer CPD erfolgt, wird auf Konzepte der XML-Netze zurückgegriffen.

XML-Netze zeichnen sich dadurch aus, dass durch das Schalten der Transitionen XML-Dokumente verarbeitet werden können. Zu diesem Zweck werden die adjazenten eingehenden und ausgehenden Kanten mit Transformationsregeln beschriftet, die mit Hilfe von XSLT formuliert werden [LOZ11]. Die Stellen eines XML-Netzes besitzen einen Stellentyp, der durch ein XML Schema beschrieben wird. Somit können Stellen als Container für XML-Dokumente gleichen Typs interpretiert werden.

Für den in diesem Beitrag vorgestellten Ansatz wird das ursprüngliche Prozessmodell um eine Menge von Stellen erweitert, denen als Stellentyp das Contract & Policy Schema (CPS) zugewiesen wird. Derartige Stellen werden, wie in Abbildung 3 dargestellt, durch ein Dokumentsymbol gekennzeichnet. Dieses soll ausdrücken, dass für diese abstrakte Funktionalität ein oder mehrere Akteure zur Auswahl stehen, d.h. dass für ein oder mehrere Anbieter entsprechende CPD-Dokumente („Vertragsdokumente“) vorliegen.

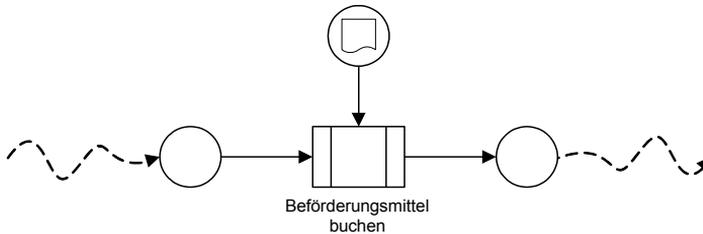


Abbildung 3: Integration von Leistungs- und Qualitätsmerkmalen in ein Prozessmodell

Ein um Leistungs- und Qualitätsmerkmale erweitertes Petri-Netz wird beschrieben als ein Petri-Netz $N_{CPD} = (S, T, F, S_L, L, F_L, \mathcal{S}, I_{S \cup S_L}, I_T, K)$, das die folgenden Eigenschaften besitzt:

1. (S, T, F) ist das Petri-Netz, welches den ursprünglichen Prozess beschreibt.
2. S_L ist die Menge der CPS-typisierten Stellen und $S \cap S_L = \emptyset$.
3. L ist die Menge der Transitionen, die eine abstrakte Leistung repräsentieren, und $L \subseteq T$.
4. F_L ist die erweiterte Flussrelation, welche die Menge der gerichteten Kanten von CPS-typisierten Stellen aus S_L zu Transitionen aus L repräsentiert.
5. \mathcal{S} ist eine Struktur bestehend aus einer Funktionenmenge Φ und einer Prädikatenmenge Π , die beide über einer endlichen Domäne \mathcal{D} definiert sind.
6. Die Abbildung $I_{S \cup S_L}$ weist jeder Stelle aus S einen Stellentyp zu und jeder Stelle aus S_L das CPS.
7. Die Abbildung I_T weist jeder Transition aus T eine über \mathcal{S} gebildete Transitionsinschrift zu.
8. Die Abbildung K weist jeder durch F und F_L repräsentierten Kante eine Transformationsregel als Kanteninschrift zu.

Wird während der Prozessausführung, im Rahmen einer Simulation oder Erreichbarkeitsanalyse eine Transition erreicht, deren Vorbereich eine CPS-typisierte Stelle enthält, so kann nun mit Hilfe eines geeigneten Auswahlmechanismus ein zu den Qualitätsanforderungen „passendes“ CPD-Dokument ermittelt und der Anbieter der darin beschriebenen Leistungserbringung als konkreter Akteur an die Prozessinstanz gebunden werden. Zu diesem Zweck wird ein Auswahlmechanismus in Form einer prädikatenlogischen Formel als Teil der Transitionsinschrift beschrieben. Mit Hilfe geeigneter Aggregatfunktionen, z.B. unter Berücksichtigung von Gewichtungsfaktoren und Nutzenwerten (siehe auch Abschnitt 4), wird dann automatisch der bestmögliche Anbieter ausgewählt oder eine Rangfolge mehrerer möglicher Anbieter zur manuellen Auswahl vorgeschlagen. Sowohl die Auswahl als auch das Binden der Akteure ist Gegenstand weiterführender Arbeiten und wird in diesem Beitrag nicht konkretisiert.

Listing 1 zeigt abschließend das vereinfachte¹ XML Schema des Contract & Policy Schema, das die wichtigsten Elemente des in Abschnitt 3.2 definierten formalen Modells implementiert. Das in Listing 2 im Anhang gezeigte CPD-Dokument entspricht diesem Schema und enthält die Beschreibung der konkreten Leistungserbringung aus dem Beispiel.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns:cps="http://aifb.kit.edu/cps"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://aifb.kit.edu/cps"
  elementFormDefault="qualified">
  <xs:element name="CPD" type="cps:CPDType" />
  <xs:complexType name="CPDType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="Provider" type="xs:string" />
      <xs:element name="QualityParams" type="cps:QualityParamsType" />
      <xs:element name="Objectives" type="cps:ObjectivesType" />
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="function" type="xs:string" />
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="QualityParamsType">
    <xs:sequence>
      <xs:element maxOccurs="unbounded" name="QualityParam"
        type="cps:QualityParamType" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="QualityParamType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="Domain" type="cps:DomainType" />
      <xs:element name="Unit" type="cps:UnitType" />
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="name" type="xs:string" />
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="ObjectivesType">
    <xs:sequence>
      <xs:element maxOccurs="unbounded" name="Objective"
        type="cps:ObjectiveType" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

¹ Aus Gründen der Lesbarkeit wurden Kardinalitäten und Konsistenzbedingungen entfernt.

```

<xs:complexType name="ObjectiveType">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="Scope" type="xs:string" />
    <xs:element maxOccurs="unbounded" name="QualityLevel"
      type="cps:QualityLevelType" />
  </xs:sequence>
  <xs:attribute name="name" type="xs:string" />
</xs:complexType>
<xs:complexType name="QualityLevelType">
  <xs:simpleContent>
    <xs:extension base="xs:string">
      <xs:attribute name="qualityParam" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="semantics" type="xs:string" />
    </xs:extension>
  </xs:simpleContent>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="DomainType">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="positiveInteger" />
    <xs:enumeration value="positiveDecimals" />
    <xs:enumeration value="nonNegativeInteger0to100" />
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="UnitType">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="Minutes" />
    <xs:enumeration value="EUR" />
    <xs:enumeration value="Percent" />
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:schema>

```

Listing 1: XML Schema für Leistungsvereinbarungen – Contract & Policy Schema (CPS)

4 Zusammenfassung und zukünftige Arbeiten

Obwohl in den letzten Jahren zahlreiche, zum Teil standardisierte Sprachen und Ansätze zur Modellierung von Leistungs- und Qualitätsmerkmalen entstanden sind, gibt es dennoch weiterhin Defizite bei der durchgängigen Unterstützung für die Integration von Leistungs- und Qualitätsmerkmalen in organisationsübergreifende Geschäftsprozesse. Der hier vorgestellte generische Ansatz der Contract & Policy Description Language soll einen Beitrag dazu leisten, diese Lücke zu schließen. Zu diesem Zweck wurden zunächst ein formales Modell und ein XML Schema vorgestellt, welche die Beschreibung von Leistungs- und Qualitätsmerkmalen sowie von Leistungsvereinbarungen, Verträgen und Qualitätsrichtlinien ermöglichen. Für die Modellierung der Geschäftsprozesse wurden Petri-Netze verwendet, da diese die nötigen formalen Konzepte bereitstellen, sowie XML-Netze, da diese die anschließende Integration und die Verarbeitung der Leistungs- und Qualitätseigenschaften in Form von XML-Dokumenten unterstützen. Abschließend wurde ein Methodenansatz beschrieben, mit dem a priori oder während der Ausführung einer Prozessinstanz für jeden Arbeitsschritt ein „passender“ Akteur ausgewählt werden kann.

Da sich der vorgestellte Ansatz noch in einem frühen Stadium befindet, wird dieser im Rahmen zukünftiger Arbeiten weiter ausgearbeitet. Die nächsten Schritte beinhalten zum einen die Erweiterung der Contract & Policy Description Language, z.B. um Nutzenwerte und -funktionen [Za76] oder Aggregatfunktionen für Leistungs- und Qualitätsmerkmale [Me04], so dass eine möglichst große Ausdrucksmächtigkeit bei moderater Komplexität der Sprache erreicht werden kann. Zum anderen beinhalten sie die Formalisierung geeigneter Auswahlmethoden und Mechanismen für die Anfrage und Auswertung der CPD-Dokumente so dass zu beliebigen Zeitpunkten eine Abschätzung der zu erwartenden Leistung und Qualität erfolgen kann. Schließlich kann unter Berücksichtigung der Leistungs- und Qualitätsanforderungen des Nachfragers die Komposition einer entsprechenden Prozessinstanz erfolgen.

Literatur

- [Aa98] Van der Aalst, W.M.P.: The Application of Petri Nets to Workflow Management. The Journal of Circuits, Systems, and Computers 8(1), Februar 1998; S. 21–66.
- [AC+07] Andrieux, A.; Czajkowski, K.; Dan, A.; Keahey, K.; Ludwig, H.; Nakata, T.; Pruyne, J.; Rofrano, J.; Tuecke, S.; Xu, M.: Web Services Agreement Specification (WS-Agreement). Open Grid Forum, März 2007.
- [CH+04] Clement, L.; Hatley, A.; von Riegen, C.; Rogers, T. (Hrsg.): UDDI Version 3.0.2. Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS), Oktober 2004.
- [EN01] Eisenberg, B.; Nickull, D. (Hrsg.): ebXML Technical Architecture Specification v1.0.4. Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS), United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business (UN/CEFACT), Februar 2001.
- [HKP11] Heinrich, R.; Kappe, A.; Paech, B.: Modeling Quality Information within Business Process Models. In Wagner, S. et al. (Hrsg.): Tagungsband des 4. Workshops zur Qualitätsmodellierung und -bewertung. Technischer Bericht TUM-I1104, Technische Universität München, Februar 2011; S. 8–13.
- [Hü08] Hündling, J.: Modellierung von Qualitätsmerkmalen für Services. Dissertation, Universität Potsdam, 2008.
- [KL03] Keller, A.; Ludwig, H.: The WSLA Framework: Specifying and Monitoring Service Level Agreements for Web Services. Journal of Network and Systems Management 11(1), März 2003; S. 57–81.
- [KL05] Kim, E.; Lee, Y. (Hrsg.): Quality Model for Web Services (Working Draft). Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS), September 2005.
- [KL+11] Kim, E.; Lee, Y.; Kim, Y.; Park, H.; Kim, J.; Moon, B.; Yun, J.; Kang, G. (Hrsg.): Web Services Quality Factors Version 1.0. Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS), Juli 2011.
- [LK+03] Ludwig, H.; Keller, A.; Dan, A.; King, R.P.; Franck, R.: Web Service Level Agreement (WSLA) Language Specification, Version 1.0. IBM Corporation, Januar 2003.
- [LO03] Lenz, K.; Oberweis, A.: Interorganizational Business Process Management with XML Nets. In Ehrig, H. et al. (Hrsg.): Petri Net Technology for Communication Based Systems. Lecture Notes in Computer Science 2472, Springer, 2003; S. 243–266.
- [LOZ11] Li, Y.; Oberweis, A.; Zhang, H.: An Integrated Approach for Modeling and Facilitating RFID-based Collaborative Logistics Processes. In Chu, W.C. et al. (Hrsg.): Proceedings of the 2011 ACM Symposium on Applied Computing. ACM Press, 2011; S. 301–307.

- [Me04] Menascé, D.A.: Composing Web Services: A QoS View. *IEEE Internet Computing* 8(6), November/Dezember 2004; S. 88–90.
- [MM04] Milanovic, N.; Malek, M.: Current Solutions for Web Service Composition. *IEEE Internet Computing* 8(6), November/Dezember 2004; S. 51–59
- [Re86] Reisig, W.: Petrinetze – Eine Einführung. Studienreihe Informatik. Springer, 2., überarb. u. erw. Aufl., 1986.
- [TG+03] Tian, M.; Gramm, A.; Naumowicz, T.; Ritter, H.; Schiller, J.: A Concept for QoS Integration in Web Services. In Santucci, G. et al. (Hrsg.): *Proceedings of the 4th International Conference on Web Information Systems Engineering Workshops*. IEEE Computer Society, 2003; S. 149–155.
- [VC+07] Vanderfeesten, I.T.P.; Cardoso, J.; Mendling, J.; Reijers, H.A.; van der Aalst, W.M.P.: Quality Metrics for Business Process Models. In Fischer, L. (Hrsg.): *BPM and Workflow Handbook 2007*. Future Strategies Inc., 2007; S. 179–190.
- [VO+07] Vedamuthu, A.S.; Orchard, D.; Hirsch, F.; Hondo, M.; Yendluri, P.; Boubez, T.; Yalçinalp, Ü. (Hrsg.): *Web Services Policy 1.5 – Framework*. World Wide Web Consortium (W3C), September 2007.
- [Za76] Zangemeister, C.: *Nutzwertanalyse in der Systemtechnik – Eine Methodik zur multi-dimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen*. Wittmann, 4. Aufl., 1976.

Anhang

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<CPD function="BB" xmlns="http://aifb.kit.edu/cps">
  <Provider>Reisebuero</Provider>
  <QualityParams>
    <QualityParam name="BZ">
      <Domain>positiveInteger</Domain>
      <Unit>Minutes</Unit>
    </QualityParam>
    <QualityParam name="LZ">
      <Domain>positiveInteger</Domain>
      <Unit>Minutes</Unit>
    </QualityParam>
    <QualityParam name="P">
      <Domain>positiveDecimals</Domain>
      <Unit>EUR</Unit>
    </QualityParam>
    <QualityParam name="GR">
      <Domain> nonNegativeInteger0to100</Domain>
      <Unit>Percent</Unit>
    </QualityParam>
  </QualityParams>
  <Objectives>
    <Objective name="Abholung">
      <Scope>Geschaeftszeiten</Scope>
      <QualityLevel qualityParam="BZ" semantics="avg">5</QualityLevel>
      <QualityLevel qualityParam="LZ" semantics="max">5</QualityLevel>
      <QualityLevel qualityParam="P" semantics="fix">49,99</QualityLevel>
      <QualityLevel qualityParam="GR" semantics="fix">15</QualityLevel>
    </Objective>
    <Objective name="Postversand">
      <Scope>Geschaeftszeiten</Scope>
      <QualityLevel qualityParam="BZ" semantics="avg">15</QualityLevel>
      <QualityLevel qualityParam="LZ" semantics="min">2880</QualityLevel>
      <QualityLevel qualityParam="P" semantics="fix">49,99</QualityLevel>
      <QualityLevel qualityParam="GR" semantics="fix">15</QualityLevel>
    </Objective>
  </Objectives>
</CPD>
```

Listing 2: XML-Dokument für Leistungsvereinbarungen – Contract & Policy Description (CPD)