



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**



Fakultät Informatik, Institut für Software- und Multimediatechnik, Lehrstuhl für Softwaretechnologie

Bachelor-Arbeit

ERWEITERUNG DES CRC-KARTEN-KONZEPTEES UM ROLLEN

bearbeitet von

Markus Hamann

geboren am 16.August.1987 in Löbau

Betreuer:

Dr.-Ing. Birgit Demuth

Hochschullehrer:

Prof. Dr. rer. nat. habil. Uwe Aßmann

Eingereicht am 07.August.2017

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Aufgabe und Motivation	1
1.2	Stand der Forschung	2
1.2.1	Rollenbasierte Modellierung	2
1.2.2	CRC-Karten-Modell und Verfahren	2
2	Ermittlung der Eigenschaften von Rollenmodellen	5
2.1	Grundlegende Eigenschaften von rollenbasierten Modellen	5
2.1.1	Rollenbasierte Modelle	5
2.1.2	Erweiterte allgemeine Rollencharakteristiken von <i>Steimann</i> und <i>Kühn</i> . .	5
2.1.3	Verwendete Rolleneigenschaften	7
2.2	Übertragung der Rolleneigenschaften auf die CRC-Karten-Methode	8
2.2.1	Relationale und kontextabhängige Eigenschaften	8
2.2.2	Nicht betrachtete Eigenschaften	8
2.2.3	Strukturbezogene und vorgangsbezogene Eigenschaften	9
2.2.4	Zusammenfassung der übertragenen Rolleneigenschaften	11
3	Entwicklung des rollenerweiterten R-CRC-Karten-Verfahrens	13
3.1	Vorgehensweise bei der Entwicklung des R-CRC-Karten-Verfahrens	13
3.2	Objektrepräsentation der R-CRC-Karten-Methode	14
3.2.1	Objekteigenschaften in der R-CRC-Karten-Methode	14
3.2.2	Entwicklung der Objektrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode . .	15
3.2.3	Begründung der Objektrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode . .	17
3.3	Erweiterung der R-CRC-Karten-Methode mit relationalen Rolleneigenschaften .	18
3.3.1	Relationale Rolleneigenschaften in der R-CRC-Karten-Methode	18
3.3.2	Entwicklung der Rollenrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode . .	19
3.3.3	Begründung der Rollenrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode . .	21
3.4	Erweiterung der R-CRC-Karten-Methode mit kontextabhängigen Rolleneigen- schaften	22
3.4.1	Kontextabhängige Rolleneigenschaften in der R-CRC-Karten-Methode . .	22
3.4.2	Entwicklung der Kontextrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode .	23
3.4.3	Begründung der Kontextrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode .	25
3.5	Metamodell der R-CRC-Karten	26
3.6	Entwicklung des R-CRC-Karten-Verfahrens	28
3.6.1	Allgemeiner Ablauf des R-CRC-Karten-Verfahrens	28
3.6.2	Grundlegende Regeln im Rollenspiel des R-CRC-Karten-Verfahrens	30
3.6.3	Regeln im Rollenspiel des relationalen R-CRC-Karten-Verfahrens	33
3.6.4	Regeln im Rollenspiel des kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahrens .	38
3.7	Mögliche Einsatzvarianten des R-CRC-Karten-Verfahrens	43
3.7.1	Relationales R-CRC-Karten-Verfahren	43

3.7.2	Komplettes R-CRC-Karten-Verfahren	43
3.7.3	RRC-Karten-Verfahren	44
4	Testfälle zur Wertung des R-CRC-Karten-Verfahrens	45
4.1	Testfall 1: Geschäftsablauf innerhalb eines Einzelhandelsunternehmens	45
4.1.1	Aufgabenstellung	45
4.1.2	Zielstellung und Durchführung	46
4.1.3	Ermittlung der Ergebnisse	46
4.2	Testfall 2: Transaktionen innerhalb einer Bank	49
4.2.1	Aufgabenstellung	49
4.2.2	Zielstellung und Durchführung	49
4.2.3	Ermittlung der Ergebnisse	50
4.3	Testfall 3: Softwareunternehmen	53
4.3.1	Aufgabenstellung	53
4.3.2	Zielstellung und Durchführung	53
4.3.3	Ermittlung der Ergebnisse	54
5	Bewertung des R-CRC-Karten-Verfahrens	55
5.1	Allgemeine Anmerkungen und Kritiken	55
5.2	Allgemeine Bewertung des R-CRC-Karten-Verfahrens	57
5.3	Bewertung des R-CRC-Karten-Verfahrens in der Lehre	61
5.4	Bewertung des R-CRC-Karten-Verfahrens in der Analyse	64
6	Zusammenfassung und Ausblick	67
A	Anlagen	i
A.1	Fragebogenauswertung	i
A.2	R-CRC-Karten-Modelle der Testfälle	vii
A.2.1	R-CRC-Karten-Modell des 1. Testfalls	vii
A.2.2	R-CRC-Karten-Modell des 2. Testfalls	ix
A.2.3	R-CRC-Karten-Modell des 3. Testfalls	xi
A.3	Ablaufprotokolle der Testfälle	xv
A.3.1	Ablaufprotokolle 1. Testfall	xv
A.3.2	Ablaufprotokolle 2. Testfall	xviii
A.3.3	Ablaufprotokolle 3. Testfall	xxi
	Literaturverzeichnis	xxv

1 Einführung

1.1 Aufgabe und Motivation

Die *rollenbasierte Modellierung* ist ein stetig wachsender Forschungszweig, welcher von Forschern als eine Möglichkeit angesehen wird, zukünftige Programme und Modelle zu vereinfachen. Deren immer komplexer und dynamischer werdenden Anforderungen sind dabei immer schwerer durch die Möglichkeiten der klassischen objektorientierten Konzepte abzudecken [1]. Dynamische rollenbasierte Konzepte werden hingegen als besser geeignet angenommen, mit diesen Anforderungen zurecht zu kommen, als die statischen objektorientierten Konzepte [2]. Allerdings sind die rollenbasierte Konzepte bisher eher in der Forschung vertreten, während sie in der Praxis und Lehre weniger angewandt werden. Hier herrschen objektorientierte Methoden und Arbeitsweisen vor. Für diese gibt es eine Vielzahl von Verfahren, wie das *CRC-Karten-Verfahren*. Dieses unterstützt die *objektorientierte Modellierung* mit Möglichkeiten zur objektorientierten Analyse, sowie zur Schulung objektorientierten Verständnisses in der Lehre. Diese Möglichkeiten besitzt die rollenbasierte Modellierung zur Zeit noch nicht, wodurch die Schulung der Konzepte in der Lehre und die Analyse rollenbasierter Modelle noch Schwierigkeiten bereiten.

Die Aufgabe dieser Arbeit ist das klassische objektorientierte *CRC-Karten-Verfahren* um die Konzepte der rollenbasierten Modellierung zu erweitern, um ein rollenbasiertes *R-CRC-Karten-Verfahren* zu entwickeln. Dieses soll eine Grundlage bilden, um die Schulung von rollenbasierten Konzepten in der Lehre zu unterstützen und zu vereinfachen. Gleichzeitig soll das Verfahren mit vorhandenen und, wenn möglich, zukünftigen rollenbasierten Modellen kompatibel sein, um dadurch die Analyse von Problemstellungen mit rollenbasierten Ansätzen zu ermöglichen bzw. zu erleichtern. Die vom Verfahren erhaltenen Ergebnisse sollen dabei möglichst einfach in andere rollenbasierte Modelle umwandelbar sein.

Um dieses Ziel zu erreichen wird die folgende Verfahrensweise angewandt. Zuerst wird die Literatur zu rollenbasierten Konzepten nach den grundlegenden Elementen und deren Eigenschaften durchsucht. Nach Festlegung dieser, werden die R-CRC-Karten so erstellt, dass möglichst alle rollenbasierten Konzepte eingehalten werden. Daraufhin wird auf Grundlage der Konzepte und der R-CRC-Karten das komplette Verfahren erstellt. Als letzter Punkt, wird das R-CRC-Karten-Verfahren durch eine Versuchsgruppe getestet und anhand der Ergebnisse für die Teilbereiche Schulung und Modellierung bewertet. Hierbei wird ein besonderes Augenmerk auf die Verständlichkeit und Durchführbarkeit des Verfahrens gelegt.

1.2 Stand der Forschung

1.2.1 Rollenbasierte Modellierung

Das rollenbasierte Konzept ist ein Teilbereich des objektorientierten Konzeptes, welches bis ins Jahr 1977, von *Bachman* entwickelt, zurückreicht [3]. Die grundlegende Idee der rollenbasierten Modellierung ist die Abtrennung des *kontextspezifischen Verhaltens* von *Objekten* in eigene Elemente, die *Rollen* [4]. Somit wird die Komplexität der Objekte in einem System gesenkt, da ihr Verhalten in bestimmten *Kontexten* bzw. Situationen, welches sie durch Interaktion mit anderen Objekten verfolgen, auf verschiedene Rollen verteilt wird. Dieses nun *rollenspezifische Verhalten* zeichnet die Rolle und ihre Interaktion mit anderen Rollen und dem System aus. Um bestimmte Aufgaben zu erfüllen, können die Objekte eines Systems nun verschiedene Rollen annehmen und mit ihrem rollenspezifischen Verhalten im System interagieren. Aus diesem Umstand ergeben sich zwei Abhängigkeiten, welche Rollen besitzen und welche sie als ein Ganzes definieren [2]. Zum einen haben wir die *relationale Natur* der Rollen. Diese wird durch die Zusammenarbeit zwischen den Rollen und auch durch die Beziehung zwischen der Rolle und ihren Trägerobjekten dargestellt. Die andere Natur der Rollen ist ihre *Kontextabhängigkeit*. Eine Rolle definiert immer ein Verhalten eines Objektes in einem bestimmten Kontext. Somit besitzt eine Rolle immer eine Verbindung zu mindestens einem bestimmten Kontext. Beide Naturen bestimmen das Verhalten eines rollenbasierten Systems. Dieses Verhalten ist dabei *dynamischer* Natur, was einen Gegensatz zu der *statischen* Natur klassenbasierter objektorientierter Modelle darstellt. Dies zeichnet rollenbasierte Modelle als besonders geeignet aus, komplexe und dynamische Problemstellungen zu erfüllen, deren Komplexität objektorientierte Modelle vor Probleme stellen würde [2].

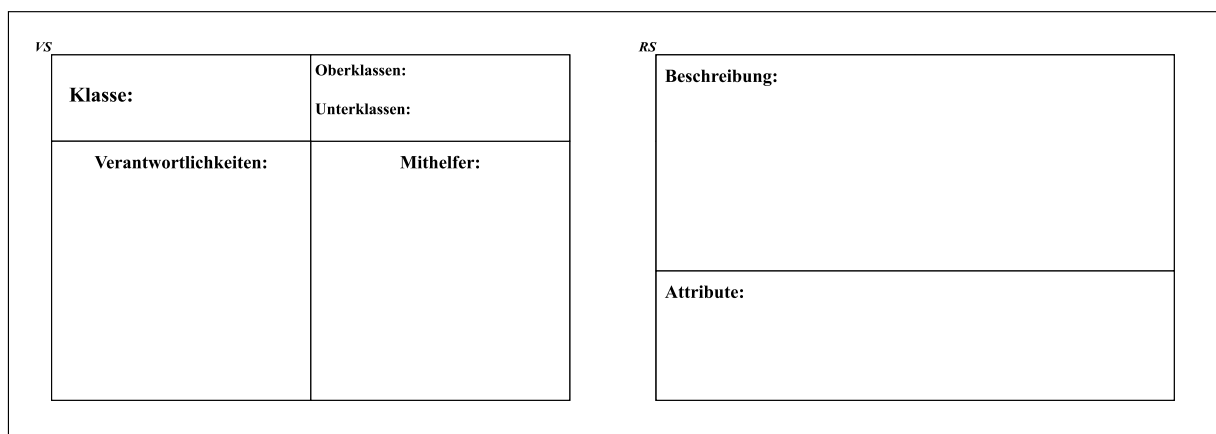
Seit ihrer Bekanntmachung durch *Bachmann* [3] wurden viele Forschungen über rollenbasierte Konzepte durchgeführt. Bei diesen Forschungen wurden rollenbasierte Konzepte auf verschiedene softwaretechnische Konzepte angewendet. Beispiele sind hierbei der Softwareentwicklungsprozess [5, 6] selbst, aber auch auf Datenebene [3], Modellebene [4, 5] und Programmiersprachenebene [7] wurden rollenbasierte Konzepte entwickelt. Diese Forschungen führten zu verschiedenen, jedoch oft eigenständigen Betrachtungen der Definition von Rollen. Über die Jahre entwickelten sich viele Modelle und Definitionen des Rollenbegriffes, wodurch bis heute keine einheitlich anerkannte Definition von Elementen des rollenbasierten Konzeptes vorliegt [8].

1.2.2 CRC-Karten-Modell und Verfahren

Das *CRC-Karten-Verfahren* ist ein von *Cunningham*, im Jahre 1989, eingeführtes Verfahren der objektorientierten Modellierung [9]. Es wird heute oft zur Analyse von Problemstellungen [10] und zur Schulung des objektorientierten Konzeptes in der Lehre [11] verwendet. Konkret basiert das Verfahren auf den Eigenschaften des objektorientierten Konzeptes und wurde als eine Analysemethode verwendet, welche ein System, anhand eines *Rollenspiels* für verschiedene *Szenarien*, aufbaut. Dazu werden Szenarien aus der, zu analysierenden, Problemstellung generiert. In jedem Szenario wird die enthaltene Aufgabe daraufhin mittels eines Rollenspiels durchgeführt, in dem die teilnehmenden Personen die Rolle der Objekte des Systems annehmen. Die erhaltenen Informationen der Objekte werden dabei auf CRC-Karten genannten *Karteikarten* festgehalten [9, 10]. Wie der Name *CRC* (*Class-Responsibility-Collaboration*) schon angibt, wurden auf den Karten der Klassenname, das Verhalten, in Form von *Verantwortlichkeiten*, und die *Mithelfer*, bei Zusammenarbeit mit anderen Klassen, vermerkt [9].

Abbildung 1: *Originales CRC-Karten-Konzept* von *Cunningham* [9]

Im Laufe der Zeit und dem Fortschreiten der objektorientierten Modellierung, wurden die Karten oft mit zusätzlichen Merkmalen von Objekten ergänzt, um eine bessere Kompatibilität mit heutigen objektorientierten Modellsprachen, wie *UML* [12], zu erreichen [10]. Hierzu ist jedoch anzumerken, dass es keine allgemeine Notation zu den Inhalten einer CRC-Karte gibt [10].

Abbildung 2: Ein mögliches *modernes CRC-Karten-Konzept* mit einer Vorder- (VS) und einer Rückseite (RS)

Alle CRC-Karten-Konzepte legen dabei, zusammen mit dem Rollenspiel, ein besonderes Augenmerk auf die *Dynamik und die Interaktion* der Objekte untereinander. Dies macht sie auch für die rollenbasierten Modellierung interessant, da Interaktion ein zentraler Punkt des Rollenkonzeptes ist [1]. So wurden sie schon für die Anwendung in rollenbasierten Konzepten untersucht. Ein Beispiel dafür sind die *RRC-Karten* von *Kendall* [13], welcher die originalen CRC-Karten genutzt hat, um die Interaktion von Rollen (RRC) statt Klassen (CRC) abzubilden. Eine komplette Abbildung der rollenbasierten Modellierung über ein CRC-Karten-Verfahren steht allerdings noch aus.

1 Einführung

Das Ergebnis eines CRC-Karten-Verfahrens ist dabei ein *CRC-Karten-Modell*, welches aus allen CRC-Karten, die im Rollenspiel entstanden und ausgefüllt wurden, besteht [9]. Dieses kann leicht in ein objektorientiertes *Klassendiagramm* einer objektorientierten Modellierungssprache, wie *UML* [12], überführt werden, welches ein Teil des Analysemodells des zu lösenden Problems darstellt. Weiterhin können auch die Aufzeichnungen, wie *Ablaufprotokolle*, die über den Verfahrensablauf angelegt werden, für das Analysemodell verwendet werden [9]. Diese können in *Sequenz-* und *Aktivitätsdiagramme* [12] umgewandelt werden, welche die Interaktion der Objekte verdeutlichen. Das CRC-Karten-Verfahren erzeugt somit ein Ergebnis, welches selbst kein Bestandteil eines objektorientierten Modells, wie *UML*, ist, aber leicht in ein solches überführt werden kann.

2 Ermittlung der Eigenschaften von Rollenmodellen

2.1 Grundlegende Eigenschaften von rollenbasierten Modellen

2.1.1 Rollenbasierte Modelle

Um eine rollenerweiterte CRC-Karten-Methode zu erstellen, müssen zuerst die grundlegenden Eigenschaften von Rollen bestimmt werden. Wie früher in dieser Arbeit schon angesprochen, gibt es jedoch bis heute kein einheitlich anerkanntes und benutztes Modell oder Metamodell in der rollenbasierten Modellierung [8]. Viel mehr gibt es eine Vielzahl verschiedener Ansätze [8, 1], wie das *E-CARGO* Modell [5], die *LODWICK* Modellierungssprache [4], oder das *CROM* Modell [2], welche versuchen, das Konzept von Rollen in die Softwareentwicklung zu integrieren. Viele dieser Ansätze definieren dabei, mangels einer einheitlichen Rollendefinition, oft eigene Eigenschaften von Rollen [14]. Dies führt im Forschungsgebiet der rollenbasierten Modellierung zu einer *Zersplitterung der Rollendefinition*, welche es erschwert, allgemein gültige Eigenschaften von Rollen zu bestimmen.

Zunächst müssen nun aus der Vielzahl von Ansätzen einheitliche, grundlegende Eigenschaften von Rollen bestimmt werden. Diese können dann weiterführend in die rollenerweiterte CRC-Karten-Methode übertragen werden.

2.1.2 Erweiterte allgemeine Rollencharakteristiken von Steimann und Kühn

Die Zersplitterung der Rollendefinitionen hat schon im Vorfeld dieser Arbeit Wissenschaftler beschäftigt [8, 4]. Im Jahr 2000 fasste *Steimann* aus verschiedenen vorangegangenen Werken und Modellen grundlegende Gemeinsamkeiten in den Rollendefinitionen des Forschungsgebietes zusammen [4]. Aus diesen in verschiedenen Werken oft wiederkehrenden Rollencharakteristiken extrahierte er 15 *allgemeine Eigenschaften* von Rollen. Diese 15 Eigenschaften befassten sich mit dem Verhalten von Rollen auf der Modell- und auf der Instanzenebene und stellten ein Mittel zur *Charakterisierung* von Rollenmodellen dar [8, 4]. Allerdings muss an dieser Stelle darauf hin gewiesen werden, dass die *Steimanns*chen Eigenschaften einige Nachteile beinhalten, auf welche schon *Steimann* und andere Wissenschaftler [8] hingewiesen haben. So gibt es Abhängigkeiten und Widersprüche zwischen den Eigenschaften. Auch decken sie nur die *relationale* Natur von Rollen ab und vernachlässigen eine mögliche *Kontextabhängigkeit*. Trotz dieser Nachteile, sind die *Steimanns*chen Rolleneigenschaften jedoch eine umfassende Sammlung der grundlegenden Eigenschaften von Rollen und stellen einen guten Überblick über die Definition von Rollen im Forschungsbereich dar.

Da, wie schon geschrieben, die *Steimanns*chen Rolleneigenschaften nur die relationale Natur von Rollen abdecken, wurden sie im Jahr 2014 von *Kühn*, mit aus verschiedenen neueren wissenschaftlichen Werken zusammengetragene Eigenschaften, erweitert [8]. Zum einen um Eigenschaften, welche sich mit Einschränkungen von Rollenbeziehungen befassen und zum anderen um solche, die die *kontextabhängigen* Natur von Rollen betonen, da diese in den letzten Jahren

2 Ermittlung der Eigenschaften von Rollenmodellen

immer mehr an Bedeutung gewonnen hat. Dazu führte er den Begriff des *Compartments* als ein Synonym für einen erweiterten Begriff des *Kontextes* ein. Insgesamt wurden die grundlegenden Rolleneigenschaften um 11 Eigenschaften auf 26 erhöht. Die daraus entstandenen erweiterten *Steimanns*chen Rolleneigenschaften bieten nun einen Überblick für *relationale* und *kontextabhängige* Rollendefinitionen und können zur Klassifizierung von rollenbasierten Modellen genutzt werden [8].

Tabelle 1 zeigt die kompletten erweiterten *Steimanns*chen Rolleneigenschaften ins Deutsche übersetzt. Die Eigenschaften (1) bis (15) sind dabei die originalen Eigenschaften von *Steinmann* [4] und die Eigenschaften (16) bis (26) sind die Erweiterungen von *Kühn* [8].

- | |
|--|
| (1.) Rollen haben Attribute und Verhalten |
| (2.) Rollen hängen von Beziehungen ab |
| (3.) Objekte können verschiedene Rollen zeitgleich annehmen |
| (4.) Objekte können die gleiche Rolle (Rollentyp) mehrere Male annehmen |
| (5.) Objekte können Rollen dynamisch anlegen und ablegen |
| (6.) Die Reihenfolge des Anlegens und der Ablage von Rollen kann beschränkt sein |
| (7.) Nicht typverwandte Objekte können die gleiche Rolle annehmen |
| (8.) Rollen können Rollen annehmen |
| (9.) Rollen können zwischen Objekten übertragen werden |
| (10.) Der Zustand eines Objektes kann rollenspezifisch sein |
| (11.) Eigenschaften eines Objektes können rollenspezifisch sein |
| (12.) Rollen beschränken den Zugriff |
| (13.) Verschiedene Rollen können sich Struktur und Verhalten teilen |
| (14.) Ein Objekt und seine Rollen teilen sich ihre Identität |
| (15.) Ein Objekt und seine Rollen haben unterschiedliche Identitäten |
| (16.) Beziehungen zwischen Rollen können beschränkt werden |
| (17.) Es kann Beschränkungen(<i>Constraints</i>) zwischen Beziehungen geben |
| (18.) Rollen können gruppiert und zusammen beschränkt werden |
| (19.) Rollen hängen von <i>Compartments</i> ab |
| (20.) <i>Compartments</i> haben Attribute und Verhalten |
| (21.) Eine Rolle kann ein Teil mehrerer <i>Compartments</i> sein |
| (22.) <i>Compartments</i> können, wie Objekte, Rollen annehmen |
| (23.) <i>Compartments</i> können Rollen annehmen, welche Teil von sich sind |
| (24.) <i>Compartments</i> können andere <i>Compartments</i> enthalten |
| (25.) Verschiedene <i>Compartments</i> können sich Struktur und Verhalten teilen |
| (26.) <i>Compartments</i> haben ihre eigene Identität |

Tabelle 1: Rolleneigenschaften von *Steinmann* ((1)-(15)) [4] und *Kühn* ((16)-(26)) [8]

Der Begriff *Compartment*, welcher von *Kühn* in seinen Eigenschaften genutzt wurde, wird ab diesem Punkt in dieser Arbeit durch den Begriff *Kontext* ersetzt. Dies geschieht aus mehreren Gründen. Zum einen ist der Begriff *Compartment* ein modellspezifischer Begriff. Da die rollenerweiterte CRC-Karten-Methode allerdings nicht von einem einzelnen Modell abhängig sein soll, wurde der Begriff abgeändert. Auch ist der Begriff *Kontext* in der Lehre leichter verständlich, wodurch auch hier ein Vorteil zum Begriff *Compartment* entsteht. Somit wurde der Begriff *Compartment* aus dem rollenerweiterten CRC-Karten-Verfahren entfernt und durch den Begriff *Kontext* ersetzt.

2.1.3 Verwendete Rolleneigenschaften

Zusammenfassend können die erweiterten Rolleneigenschaften von *Steimann* und *Kühn* als eine umfassende Betrachtung der grundlegenden Rolleneigenschaften wahrgenommen und zur Charakterisierung der vorhandenen rollenbasierten Modelle benutzt werden. Dies erfüllt die folgenden Kriterien, um sie als Grundlage für die rollenerweiterte CRC-Karten-Methode heranzuziehen.

Erstens wird für die rollenerweiterten CRC-Karten eine Liste möglichst allgemeingültiger Eigenschaften von Rollen benötigt, damit keine zusätzliche Fragmentierung des Forschungsraumes entsteht.

Zweitens kann die Wahl dieser Eigenschaften eine Isolierung des entstehenden rollenerweiterten CRC-Karten-Verfahrens zum Rest des Forschungsbereiches verhindern. Wie früher in dieser Arbeit bereits erwähnt, ist das CRC-Karten-Verfahren ein Verfahren der objektorientierten Analyse, dessen Ergebnis oft in ein Modell überführt wird und als Anlaufpunkt für die Erweiterung mit Details genutzt wird. Als ein bedeutendes Beispiel ist hier die Überführung in ein *UML*-Klassendiagramm zu nennen. Durch die Übertragung der Rolleneigenschaften von *Steimann* und *Kühn* in die rollenerweiterte CRC-Karten-Methode, entsteht ein rollenerweitertes CRC-Karten-Modell, welches die allgemeine Eigenschaften von Rollen erfüllt und somit in ein vorhandenes, durch *Steimann* und *Kühn* charakterisierbares, Rollenmodell überführt werden kann. Somit kann durch die Wahl dieser Grundlagen verhindert werden, dass die entstehende rollenerweiterte CRC-Karten-Methode eine Inkompatibilität zum Rest des Forschungs- und Anwendungsgebietes besitzt.

Durch die Einhaltung dieser Punkte wurde abschließend entschieden, die erweiterten Rolleneigenschaften von *Steimann* und *Kühn* als Grundlage der rollenerweiterten CRC-Karten-Methode zu verwenden.

2.2 Übertragung der Rolleneigenschaften auf die CRC-Karten-Methode

Nachdem im vorhergehenden Kapitel die allgemeinen Rolleneigenschaften aus der Literatur ermittelt wurden, müssen diese nun grundlegend auf die CRC-Karten-Methode übertragen werden. Dabei wird entschieden, welche Eigenschaften in der rollenerweiterten CRC-Karten-Methode verwendet/betrachtet werden können und wie sie in die folgenden Teilbereiche kategorisiert werden: *relationale* oder *kontextabhängige* und *strukturbezogene* oder *vorgangsbezogene* Eigenschaften.

2.2.1 Relationale und kontextabhängige Eigenschaften

Die erste Unterscheidung der verwendeten Eigenschaften ist die zwischen *relationalen Eigenschaften* und *kontextabhängigen Eigenschaften*. Diese Unterscheidung ist notwendig, da viele Rollenmodelle oft grundsätzlich auf der relationalen Natur von Rollen basieren [8]. Die kontextabhängige Natur von Rollen wurde jedoch erst später genauer wissenschaftlich untersucht. Auch deshalb ist die relationale Natur von Rollen in den bekannten Rollenmodellen immer vorhanden, während die kontextbasierte Natur fehlen kann oder nur geringfügig betrachtet wird.

Aus diesen Grund, werden in dieser Arbeit die beiden Teilgebiete getrennt und, wenn möglich, separat in die rollenerweiterte CRC-Karten-Methode integriert. Es soll zuerst eine rollenerweiterte CRC-Karten-Methode mit den relationalen Eigenschaften entwickelt und anschließend eine Erweiterung der Methode, um die kontextabhängigen Eigenschaften, hinzugefügt werden. Dies soll es ermöglichen, dass bei nicht Verwendung oder Benötigung des kontextabhängigen Teils, die relationale Methode alleinstehend verwendet werden kann. Weiterhin soll dies möglichst ohne Veränderung an der Methode an sich geschehen. Beispiele für diesen Umstand sind die Verwendung eines nur relationalen Rollenmodells in der Entwicklung oder die Verwendung der rollenerweiterten CRC-Karten in einem didaktischen Umfeld, in dem zunächst nur der relationale Rollenbegriff erklärt werden soll.

Die Unterteilung der Eigenschaften in diese beiden Teilbereiche kann unter Zuhilfenahme der ursprünglichen Unterteilung von *Steimann* [4] und *Kühn* [8] erfolgen. Die Eigenschaften (1) bis (15) von *Steimann* sind grundlegende Rolleneigenschaften und relational geprägt. Zu diesen können noch die Eigenschaften (16), (17) und (18) von *Kühn* hinzugenommen werden, da diese keinen tiefgreifenden Kontextbezug haben. Die restlichen Eigenschaften (19) bis (26) beschäftigen sich mit dem Kontext in dem eine Rolle existiert und sind somit kontextabhängige Eigenschaften. Zusammenfassend können also die Eigenschaften (1) bis (18) als *relationale* und die Eigenschaften (19) bis (26) als *kontextabhängige* Eigenschaften kategorisiert werden.

2.2.2 Nicht betrachtete Eigenschaften

Das CRC-Karten-Verfahren bringt einige Einschränkungen mit sich [10]. Diese Einschränkungen sind der Methode, der normalen Verwendung in der frühen Objektorientierten Analyse oder didaktischen Gründen geschuldet. Da die rollenerweiterte CRC-Karten-Methode als Erweiterung des klassischen CRC-Karten-Verfahrens erarbeitet werden soll, sind diese Einschränkungen auch in dieser Methode vorhanden. Deshalb muss eine Auswahl der Eigenschaften erfolgen, welche durch die Einschränkungen nicht verwendet bzw. dargestellt werden können.

- Zum einen stellt das CRC-Karten-Verfahren keine Möglichkeiten zur Verfügung, den Zustand eines Objektes zu einem Zeitpunkt darzustellen. Deswegen kann die Eigenschaft (10) nicht angewendet werden.
- Die Eigenschaften (14) und (15) schließen einander aus. Die Erste gibt an, dass eine Rolle die gleiche Identität besitzt wie das Objekt, welches sie annimmt, während die Zweite die Identität von Rolle und Objekt trennt. Da die Identität in der CRC-Karten-Methode durch die Karte selbst dargestellt wird, führt dies dazu, dass diese Eigenschaften mit einem rollenbasierten CRC-Karten-Modell nicht eindeutig darstellbar sind. Aus diesem Grund, werden sie bei der rollenerweiterten CRC-Karten-Methode nicht einzeln betrachtet.
- Da es im CRC-Karten-Verfahren keine Möglichkeit gibt, Beschränkungen (*Constraints*) der Elemente einzufügen, werden die Eigenschaften (12), (16), (17) und (18), welche Beschränkungen definieren, nicht betrachtet.

Somit werden die Eigenschaften (10), (12), (14), (15), (16), (17) und (18) bei der Entwicklung der rollenerweiterten CRC-Karten-Methode nicht genauer verwendet/betrachtet.

2.2.3 Strukturbezogene und vorgangsbezogene Eigenschaften

Die CRC-Karten-Methode ist, wie früher in dieser Arbeit bereits besprochen, ein Verfahren, welches mehrere Ergebnisse liefert. Zum einen werden über die Karten *strukturelle Informationen* zum analysierten System, zum anderen durch das Rollenspiel bzw. der Interpretation der Szenarien *vorgangs- (bzw. ablauf-) bezogene Informationen* erhalten. Infolge dessen können auch die Eigenschaften dahingehend unterteilt werden. *Strukturbezogene* Eigenschaften werden dabei auf den rollenerweiterten CRC-Karten vermerkt. *Vorgangsbezogene* Eigenschaften dienen als Regeln zum Ablauf des rollenerweiterten CRC-Karten-Verfahrens und sind teilweise in Sequenzdiagrammen und Ablaufprotokollen des Rollenspiels vermerkt.

Um die Rolleneigenschaften zu kategorisieren, muss nun geprüft werden, ob die Eigenschaften Strukturhinweise liefern oder Regeln der Interaktion zwischen Instanzen sind. Im gleichen Artikel in dem *Kühn* die Eigenschaften von *Steimann* erweitert hat, klassifizierte er ebenso die Ebene der Rolleneigenschaften [8]. Er unterschied, ob die Eigenschaften der Instanz-, Modellebene oder beidem zugeordnet werden können. Dies liefert gute Hinweise auf unsere gesuchten Kategorien, da die Modellebene mit den Struktureigenschaften und die Instanzebene mit den Vorgangseigenschaften verglichen werden kann. Nachfolgend wird, unter zu Hilfenahme dieser Hinweise und der Eigenschaften des klassischen CRC-Karten-Verfahrens [10], die Verteilung der Eigenschaften besprochen.

- Die Eigenschaften (1), (2) und (19) geben an, dass eine Rolle bestimmte Strukturinformationen (Attribute, Verhalten, Beziehungen, Kontext) besitzen muss. Daraus ergeben sich *strukturbezogene* Eigenschaften.
- Die Eigenschaften (3), (4), (5), (6) und (9) befassen sich hierbei mit den Regeln, nach denen Objekte Rollen annehmen können. Dies weist auf *vorgangsbezogene* Eigenschaften hin.
- Nummer (7) und (8) geben an, dass Rollen und Objekte Rollen annehmen können. Welche Objekte/Rollen eine Rolle annehmen können, muss als *strukturbezogene* Eigenschaft auf den rollenerweiterten CRC-Karten vermerkt werden.

2 Ermittlung der Eigenschaften von Rollenmodellen

- Die Eigenschaft (11) betrachtet das Überschreiben von Objekteigenschaften durch Rollen. Dies ist eine *strukturbezogene* Eigenschaft, da diese, wie bei normalen CRC-Karten, auf der Karte eingetragen werden kann.
- Vererbungen von Rollen, welche in Eigenschaft (13) angesprochen wird, ist, wie bei normalen CRC-Karten, eine *strukturbezogene* Information.
- Die Eigenschaft (20) legt die Strukturelemente fest, welche Kontexte besitzen, was sie als eine *strukturbezogene* Eigenschaft ausgibt.
- Die Eigenschaften (21), (22), (23), und (24) zeigen wie Rollen und Kontexte zueinander in Verbindung stehen. Diese Informationen müssen auf den jeweiligen Karten vermerkt werden. Allerdings verweisen sie, mit dem Hinweis auf Objekte, auch auf die vorgangsbezogene Eigenschaften unter dem zweiten Punkt dieser Aufzählung. Somit besitzt die Eigenschaft (22) einen *vorgangsbezogenen* Teil.
- Vererbung von Kontexten als *strukturbezogene* Information, wird durch Eigenschaft (25) festgelegt.
- Die Identität von Kontexten, welche in Eigenschaft (26) beschrieben wird, ist eine *strukturbezogene* Information. Sie wird, wie bei dem normalen CRC-Karten-Verfahren, durch die Karte selbst impliziert.

Zusammenfassend lassen sich die Eigenschaften (1), (2), (7), (8), (11), (13), (19), (20), (21), (22), (23), (24), (25) und (26) als *strukturbezogene Eigenschaften* klassifizieren und müssen auf den rollenerweiterten CRC-Karten vermerkt sein. Die Eigenschaften (3), (4), (5), (6), (9) und (22) sind *vorgangsbezogen* und dienen als Regeln bei der Durchführung des rollenerweiterten CRC-Karten-Verfahrens.

2.2.4 Zusammenfassung der übertragenen Rolleneigenschaften

Die nachfolgende Tabelle 2 ist eine Zusammenfassung der Rolleneigenschaften und ihrer Verwendung bei der Erstellung des rollenerweiterten CRC-Karten-Verfahrens. Dabei stehen die Buchstaben S und V für strukturbezogene bzw. vorgangsbezogene Eigenschaften. Durchgestrichene Eigenschaften werden im rollenerweiterten CRC-Karten-Verfahren nicht beachtet.

Relationale Rolleneigenschaften	
(1.) Rollen haben Attribute und Verhalten	S
(2.) Rollen hängen von Beziehungen ab	S
(3.) Objekte können verschiedene Rollen zeitgleich annehmen	V
(4.) Objekte können die gleiche Rolle (Rollentyp) mehrere Male annehmen	V
(5.) Objekte können Rollen dynamisch anlegen und ablegen	V
(6.) Die Reihenfolge des Anlegens und der Ablage von Rollen kann beschränkt sein	V
(7.) Nicht typverwandte Objekte können die gleiche Rolle annehmen	S
(8.) Rollen können Rollen annehmen	S
(9.) Rollen können zwischen Objekten übertragen werden	V
(10.) Der Zustand eines Objektes kann rollenspezifisch sein	
(11.) Eigenschaften eines Objektes können rollenspezifisch sein	S
(12.) Rollen beschränken den Zugriff	
(13.) Verschiedene Rollen können sich Struktur und Verhalten teilen	S
(14.) Ein Objekt und seine Rollen teilen sich ihre Identität	
(15.) Ein Objekt und seine Rollen haben unterschiedliche Identitäten	
(16.) Beziehungen zwischen Rollen können beschränkt werden	
(17.) Es kann Beschränkungen (<i>Constraints</i>) zwischen Beziehungen geben	
(18.) Rollen können gruppiert und zusammen beschränkt werden	
Kontextabhängige Rolleneigenschaften	
(19.) Rollen hängen von Kontexten ab	S
(20.) Kontexte haben Attribute und Verhalten	S
(21.) Eine Rolle kann ein Teil mehrerer Kontexte sein	S
(22.) Kontexte können, wie Objekte, Rollen annehmen	S, V
(23.) Kontexte können Rollen annehmen, welche Teil von sich sind	S
(24.) Kontexte können andere Kontexte enthalten	S
(25.) Verschiedene Kontexte können sich Struktur und Verhalten teilen	S
(26.) Kontexte haben ihre eigene Identität	S

Tabelle 2: Auf die CRC-Karten-Methode übertragene Rolleneigenschaften von *Steimann* [4] und *Kühn* [8]

2 Ermittlung der Eigenschaften von Rollenmodellen

3 Entwicklung des rollenerweiterten R-CRC-Karten-Verfahrens

3.1 Vorgehensweise bei der Entwicklung des R-CRC-Karten-Verfahrens

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die für die rollenerweiterte CRC-Karten-Methode verwendeten Eigenschaften ausgewählt und kategorisiert wurden, wird in diesem Kapitel ein Prototyp für das neue rollenerweiterte CRC-Karten-Verfahren erstellt.

Dazu wird die Entwicklung des Prototyp in drei Teilbereiche aufgeteilt, welche je auf den vorhergehenden Teilbereich aufbauen und somit fortlaufende Erweiterungen der rollenerweiterten CRC-Karten-Methode bilden. Die drei Teilbereiche sind:

1. die objektorientierte Repräsentation
2. die relationale (grundlegende) Rollenrepräsentation
3. die kontextabhängige Rollenrepräsentation

Diese Unterteilung hat folgende Gründe. Zum ersten soll der entstehende Prototyp eine Erweiterung der klassischen, objektorientierten CRC-Karten-Methode sein. Deshalb wurde zuerst eine Repräsentationsmöglichkeit für Objekte erstellt. Auf dieser sollen die grundlegenden relationale Rolleneigenschaften aufbauen und sie erweitern. Wie im vorangegangenen Kapitel 2 angemerkt, sind die kontextabhängigen Rolleneigenschaften erst später genauer erforscht worden und deshalb im allgemeinen Verständnis von Rollen weniger stark vertreten [2]. Aus diesem Grund wurden sie aus dem zweiten Teilbereich entfernt und in einem dritten Bereich ausgelagert. Dieser kontextabhängige Teil soll, wenn benötigt, den relationalen Teil erweitern. Diese drei Teilbereiche sollen schlussendlich, zusammen mit ihnen eigenen Verfahrensregeln, ein umfassendes rollenerweitertes CRC-Karten-Verfahren bilden, welches für die Analyse von Rollensystemen, wie auch zur Schulung verwendet werden kann. Dieses *rollenerweiterte CRC-Karten-Verfahren* wird im weiteren als **R-CRC-Karten-Verfahren** bezeichnet und beschrieben.

Da die zuvor ausgewählten Eigenschaften allerdings nur die grundlegenden Eigenschaften von Rollen abbilden und nicht von allen bestehenden Modellen komplett umgesetzt werden [8], muss vorab eine *Anmerkung* abgegeben werden.

Wenn ein Konzept der folgenden Repräsentationen nicht benötigt wird, da es zum Beispiel ein Zielmodell gibt, welches das Konzept nicht beinhaltet, kann das Konzept aus der Repräsentation entfernt oder nicht genutzt werden. Dies gilt auch, falls einige Konzepte, wie zum Beispiel Vererbung, in der Lehre zur Reduzierung der Komplexität nicht näher betrachtet werden sollen.

Diese Anmerkung gilt auch für die Verfahrensregeln der einzelnen Teilbereiche, welche aus den vorgangsbezogenen Rolleneigenschaften ermittelt werden.

3.2 Objektrepräsentation der R-CRC-Karten-Methode

3.2.1 Objekteigenschaften in der R-CRC-Karten-Methode

Im ersten Teilbereich der Entwicklung des R-CRC-Karten Prototyps müssen die Eigenschaften von Objekten in der rollenbasierten Modellierung bestimmt werden. In der Literatur [4] über diese Modellierung werden die Eigenschaften von Objekten, welche Rollen annehmen, oft nicht berücksichtigt. Es können allerdings Annahmen getroffen werden. Zum einen ist die Rollenmodellierung ein Teilbereich der objektorientierten Modellierung, wodurch man annehmen kann, dass die *grundlegenden Objekteigenschaften* der objektorientierten Modellierung [10] auch in diesem Zusammenhang gelten. Diese sind folgende:

- Objekte haben eine Identität.
- Objekte haben einen Zustand.
- Objekte haben ein Verhalten.

Die erste Eigenschaft wird durch die Literatur der rollenbasierten Modellierung unterstützt. Dort werden Objekte durch rigide Typen oder natürliche Typen beschrieben, deren grundlegende Eigenschaft ihre Identität ist [2, 4]. Dadurch kann diese Eigenschaft von Objekte als bestätigt angenommen werden.

Die zweite und dritte Eigenschaft können über die *Steimanns*chen Eigenschaften hergeleitet und bestätigt werden. In der Erklärung der *Steimanns*che Eigenschaft (11) wird erwähnt, dass Verhalten und Attribute von Objekten von Rollen überschrieben werden können. Daraus lässt sich ableiten, dass Objekte Verhalten und Attribute, welche den Zustand eines Objektes bilden, besitzen.

In den bestehenden rollenbasierten Modellen nicht eindeutig definiert, sind dabei zwei weitere Prinzipien der objektorientierten Modellierung. Zuerst ist dabei der Umstand zu nennen, ob das Verhalten eines Objektes auch zur Zusammenarbeit mit anderen Objekten führen kann. Dafür werden in den vorhanden rollenbasierten Modellen meist Rollen verwendet, welche ein Objekt annehmen kann, um mit anderen Objekten zu interagieren. Da dies bei kleineren Objektinteraktionen (Beispiel: Klasse Datum für das Berechnen einer Terminüberziehung) sehr umständlich sein kann und man Modellen die Möglichkeit des Implementierens dieser grundlegenden objektorientierten Eigenschaft ermöglichen will, wird diese Eigenschaft mit in die unterstützten Eigenschaften aufgenommen. Ein weiteres bisher nicht beachtetes Prinzip ist die Vererbung. Dieses wichtige Konzept wird nicht explizit in der rollenbasierten Literatur erwähnt, jedoch haben Rollen und Kontexte durch die Eigenschaften (13) und (25), von *Steimann* und *Kühn*, die Möglichkeit der Vererbung von ihren Strukturen. Wegen diesem Umstand und der Wichtigkeit der Vererbung in der objektorientierten Modellierung, wird diese der Liste der unterstützten Konzepten hinzugefügt.

Somit müssen *Objektrepräsentationen* der R-CRC-Karten-Methode, um mit den Eigenschaften von Objekten kompatibel zu sein, folgende **Konzepte** erfüllen:

- (O1). Objekte haben eine Identität.
- (O2). Objekte haben einen Zustand.
- (O3). Objekte haben ein Verhalten.
- (O4). Objekte arbeiten mit anderen Objekten zusammen.
- (O5). Objekte können Struktur und Verhalten voneinander erben.

3.2.2 Entwicklung der Objektrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode

Da die benötigten Konzepte ermittelt wurden, kann die Repräsentation der Objekte in der R-CRC-Karten-Methode entwickelt werden. Folgende Karte wurde für diesen Zweck erstellt.

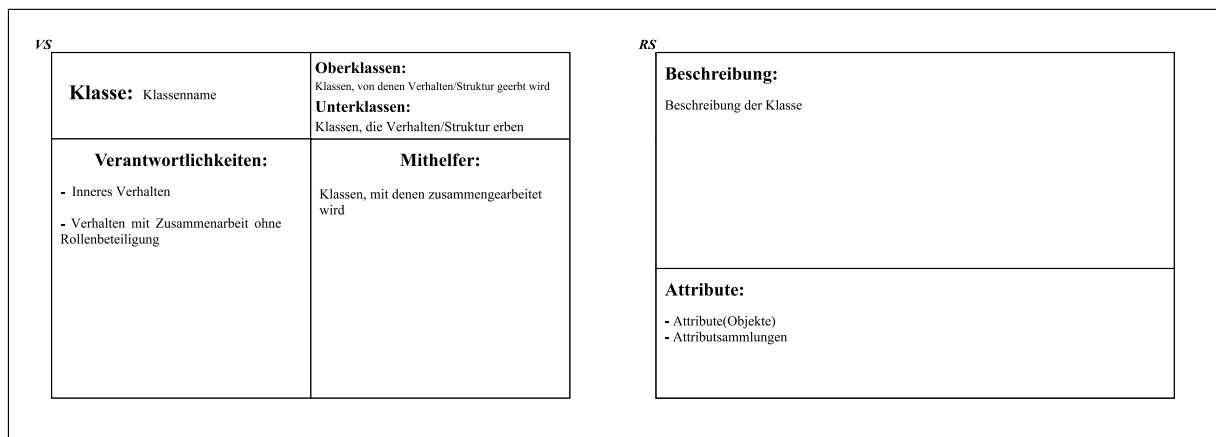


Abbildung 3: Objektrepräsentation (Klassenkarte) in der R-CRC-Karten-Methode

Die Objektrepräsentation der R-CRC-Karten Methode ist in großen Teilen gleich der CRC-Karte der klassischen CRC-Karten-Methode. Die Karte besitzt eine Vorder- (VS) und Rückseite (RS) und ist in folgende Bereiche untergliedert:

Klasse:

In diesem Bereich wird der Name der Klasse, nach deren Vorgabe Objekte erschaffen werden, vermerkt.

Erfüllt die Konzepte: -

Ober-/ Unterklasse:

In diesen Bereich können, wenn vorhanden, Vererbungsinformationen, wie Eltern- oder Kindklassen der jeweiligen Klasse, eingetragen werden.

Erfüllt die Konzepte: (O5)

Verantwortlichkeiten:

In diesen Bereich wird das Verhalten der Objekte notiert. Dies können Tätigkeiten sowie Methodenrepräsentationen sein, welche zur Erfüllung von Aufgaben dieser Objekte benötigt werden. Das hier beschriebene Verhalten sollte allerdings nur Tätigkeiten erfassen, welche nicht durch Annahme von Rollen ausgeführt werden, sondern vom Objekt selbst ausgeführt und benötigt werden. Dies wird im weiteren objektspezifisches Verhalten genannt.

Beispiele hierfür sind das *"Namen kennen"* einer *Person* oder *"Termine in Terminplan eintragen"* einer *Person*.

Erfüllt die Konzepte: (O3)

Mithelfer:

Hier werden andere Klassen von Objekten vermerkt, welche dem Objekt bei der Ausführung seiner Aufgaben geholfen haben. Nicht eingetragen werde Klassen oder Rollen, mit denen das Objekt innerhalb einer Rolle zusammengearbeitet hat. Die Reihenfolge der Klassen hat keinen Bezug auf die Reihenfolge der Verantwortlichkeiten, durch welche sie entstanden sind. Jede Klasse wird nur einmal vermerkt, da nötige Informationen zur Aufrufsreihenfolge in den Ablaufprotokollen der Rollenspiele vorhanden sind.

Beispiele hierfür sind der *Terminplan* bei der Tätigkeit *"Termine in Terminplan eintragen"* einer *Person* oder das *Datum* bei *"Geburstag kennen"* einer *Person*.

Erfüllt die Konzepte: (O4)

Beschreibung:

In diesem Feld kann eine allgemeine Beschreibung der Klasse eingetragen werden.

Erfüllt die Konzepte: -

Attribute:

Hier werden von Objekten der Klasse benötigte (objektspezifische) Attribute vermerkt. Hierzu gehören auch von dem Objekt besessene Objekte bzw. Objektkollektionen. Weiterhin können Multiplizitäten und Wertzuweisungen für Attributen angewendet werden.

Beispiele hierzu sind das *Geburtsdatum* einer *Person* oder der *Bestand an Waren* eines *Geschäftes*. Multiplizitäten können zum Beispiel über *Bücher[0...10]* und Wertzuweisungen über *Preis = 10 Euro* eingesetzt werden.

Erfüllt die Konzepte: (O2)

Das **Konzept (O1)**, welches durch keinen Bereich abgedeckt wird, wird durch die physische Karte selbst abgedeckt. Die Karte selbst repräsentiert somit die Identität des Objektes im Rollenspiel.

Im weiteren Verlauf wird die Karte zur Objektpräsentation in der R-CRC-Karten-Methode als **Klassenkarte** bezeichnet.

3.2.3 Begründung der Objektrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode

Für diese Auswahl der Repräsentation von Objekten in der R-CRC-Karten-Methode gibt es folgende Gründe.

Zum Ersten besitzt diese Repräsentation alle Erfordernisse der Objekte in der rollenbasierten Modellierung. Die Identität des Objektes durch die physische Karte selbst ausgedrückt. Dies ist analog zur klassischen CRC-Karten-Methode. Der Zustand bzw. die Attribute eines Objektes werden auf der Rückseite unter dem Bereich Attribute angegeben. Das Verhalten der Objekte wird auf der Vorderseite der Karte im Bereich Verantwortlichkeiten und die Helfer, mit denen ein Objekt ohne Rollenbeteiligung zusammenarbeitet, unter Mithelfer vermerkt. Vererbung kann durch das Feld Ober- und Unterklassen gekennzeichnet werden.

Die Auswahl des Designs der klassischen CRC-Karte, welches hohen Wert auf die Interaktion und das Verhalten von Objekten legt, wurde des weiteren auch gewählt, da, wie bei Objekten der objektorientierten Modellierung mit CRC-Karten, auch bei den Objekten der rollenbasierten Modellierung ein besonderes Interesse an ihrem Verhalten besteht. Dieses Interesse ist hier jedoch durch die Einführung der Rollen größtenteils auf das objektspezifische Verhalten der Objekte beschränkt. Da dies jedoch eine Unterstützung und Ergänzung zum rollenspezifischen Verhalten darstellt, besitzt es trotz dessen eine hohe Wichtigkeit in der Modellierung.

Ein weiterer Vorteil und Grund für diese Repräsentation ist die Übereinstimmung mit der klassischen CRC-Karte. Die Übereinstimmung der Objektrepräsentationen hat den Vorteil, dass die rollenerweiterten CRC-Karten, ohne Veränderungen, als Erweiterung der klassischen CRC-Karten-Methode benutzt werden können. Durch die Übereinstimmung mit der klassischen CRC-Karte ergibt sich eine kleinere Übergangshürde, beim Wechsel von der reinen objektorientierten CRC-Karten-Analyse. Das Wissen über die klassischen CRC-Karten kann übernommen werden. Auch der umgekehrte Fall ist möglich. So ergibt die Nähe des Klassenkartendesigns zum klassischen CRC-Karten-Design einen guten Übergang zur klassischen CRC-Karten-Methode, da die meisten Kartenelemente auf beiden Karten übereinstimmen. Weiterhin erleichtert es die Modellübertragungen, da alte Karten-Modelle mit wenig Umstellungen weiter benutzt werden können und nur um rollenerweiterten Teile erweitert werden müssen.

3.3 Erweiterung der R-CRC-Karten-Methode mit relationalen Rolleneigenschaften

3.3.1 Relationale Rolleneigenschaften in der R-CRC-Karten-Methode

Die erste Erweiterung der R-CRC-Karten-Methode betrifft die relationale Rollennatur¹. Um die zugehörige Rollenrepräsentation zu erstellen, wurden im vorhergehenden Kapitel 2 die strukturbezogenen, relationalen Eigenschaften von Rollen ermittelt. Aus diesen können nun die Bestandteile der relationalen *Rollenrepräsentation* ermittelt werden.

Aus der Eigenschaft (1) ergibt sich die Notwendigkeit von Bereichen für Verhalten und Attributen der Rollenrepräsentation.

Die Eigenschaft (2) gibt an, dass die Rollenrepräsentation mit ihrem Verhalten mit anderen Elementen (hauptsächlich Rollen) zusammenarbeiten muss/kann.

Rollen und Objekte müssen Rollen annehmen können. Deshalb muss die Rollenrepräsentation über ihre Träger informieren können. Dies ergibt sich aus den Eigenschaften (7) und (8).

Durch Eigenschaft (11) muss die Rollenrepräsentation eine Möglichkeit haben, die Attribute und das Verhalten ihrer Träger zu überschreiben.

Letztlich gibt die Eigenschaft (13) an, dass die Rollenrepräsentation Vererbung von Struktur und Verhalten zulassen muss.

Daraus ergeben sich folgende **Konzepte**, die Rollenrepräsentationen erfüllen müssen, wenn sie mit den relationalen Eigenschaften von Rollen kompatibel sein sollen.

- (R1). Rollen haben ein Verhalten.
- (R2). Rollen haben Attribute.
- (R3). Rollen arbeiten mit anderen Elementen wie Rollen, Objekte (und Kontexte) zusammen.
- (R4). Rollen haben Träger, die andere Rollen und Objekte (und Kontexte) sein können.
- (R5). Rollen können Verhalten und Attribute ihrer Träger überschreiben.
- (R6). Rollen können Struktur und Verhalten voneinander erben.

Die eingeklammerten Elemente in dieser Auflistung ergeben sich aus den kontextabhängigen Eigenschaften von Rollen, welche im Kapitel 3.4 erläutert werden. Diese müssen nur beachtet werden, wenn die kontextabhängige Erweiterung verwendet wird.

¹ Siehe Kapitel 2.2.1 auf Seite 8

3.3.2 Entwicklung der Rollenrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode

Die im vorhergehenden Kapitel ermittelten Konzepte werden nun in die Repräsentation der relationalen Rollen der R-CRC-Karten-Methode übertragen. Hierzu wurde folgende Karte entwickelt.

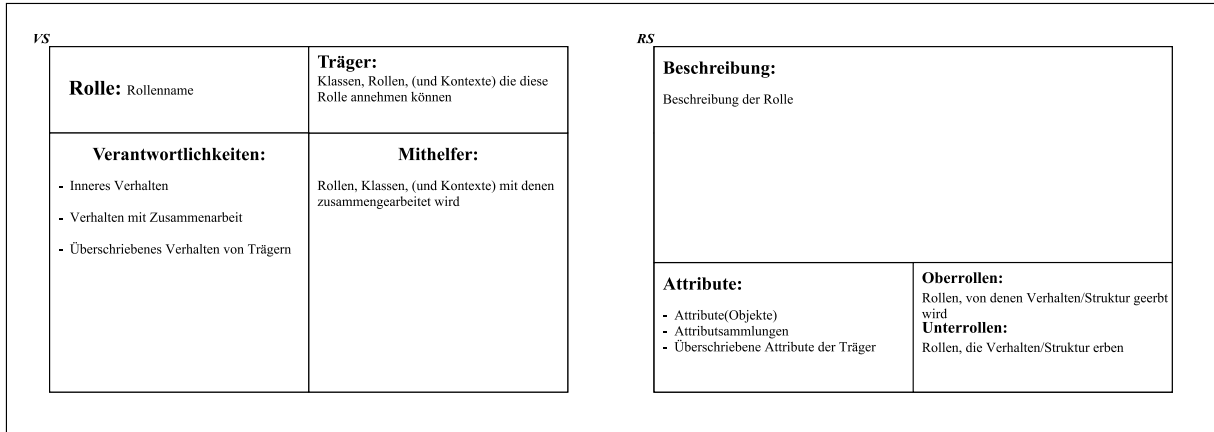


Abbildung 4: Rollenrepräsentation (Rollenkarte) in der R-CRC-Karten-Methode

Auch bei der Rollenrepräsentation wurde auf eine große Übereinstimmung mit den klassischen CRC-Karten geachtet, um die Übergangs- und Lernhürden gering zu halten. Die Karte besitzt, wie die Klassenkarte, eine Vorder- und Rückseite und ist in folgende Bereiche unterteilt:

Rolle:

In diesem Bereich wird der Name der Rolle, die die Karte verkörpert, eingetragen.

Erfüllt die Konzepte: -

Träger:

Hier können die Träger, welche die Rolle annehmen können, eingetragen werden. Dies können Klassen (bzw. deren Objekte), andere Rollen und, wenn die kontextabhängige Erweiterung genutzt wird, Kontexte sein.

Beispiele hierfür sind die *Person* (Objekt), die einen *Kunden* spielt, der *Programmierer* (Rolle), der einen *Scrum-Leiter* spielt oder das *Team* (Kontext), welches ein *QA-Team* sein kann.

Erfüllt die Konzepte: (R4)

Verantwortlichkeiten:

In diesem Bereich wird das Verhalten der Rolle eingetragen, welches eine Rolle benötigt um ihre Aufgaben auszuführen. Dies wird zukünftig rollenspezifisches Verhalten genannt.

Beispiele hierfür sind *"Waren kaufen"* und *"Kundennummer kennen"* eines *Kunden*.

Weiterhin kann dieser Bereich auch überschriebenes Verhalten eines Trägers beinhalten. Dazu wird das überschriebene Verhalten des Trägers in der Rolle nochmals aufgeführt.

Ein Beispiel ist dabei die Aktion *"Termin in Kalender eintragen"* einer *Person*, welche in einer Rolle *Chefprogrammierer* nochmals eingetragen wird, um zu zeigen, dass, wenn die *Person* die Rolle spielt, dienstliche Termine eingetragen werden.

Erfüllt die Konzepte: (R1), (R5)

Mithelfer:

Dieser Bereich ist für die Elemente vorgesehen, welche mit der Rolle zusammenarbeiten, um die Verantwortlichkeiten der Rollen zu erfüllen. Bei den Elementen kann es sich dabei um Rollen, Objekte und, bei Einsatz der kontextabhängigen Erweiterung, um Kontexte handeln, wobei auf die Zusammenarbeit mit anderen Rollen ein besonderes Augenmerk gerichtet werden sollte.

Beispiele für einen Rollen-Mithelfer ist der *Kunde* bei der Verantwortlichkeit *"Beraten"* eines *Versicherungsvertreeters*.

Erfüllt die Konzepte: (R3)

Beschreibung:

In diesem Feld kann eine allgemeine Beschreibung der Rolle eingetragen werden.

Erfüllt die Konzepte: -

Attribute:

In diesem Bereich können die rollenspezifischen Attribute bzw. Attributkollektionen einer Rolle eingetragen werden. Auch sind, analog zu Objektattributen, Wertzuweisungen und Multiplizitäten möglich.

Ein Beispiel dafür ist die *Kundennummer* einer Rolle *Kunde*.

Weiterhin können hier Attribute der Träger überschrieben werden. Dies geschieht, analog zu den überschriebenen Verantwortlichkeiten, durch nochmaliges Eintragen der Attribute in der Rolle.

Erfüllt die Konzepte: (R2), (R5)

Ober-/ Unterrolle:

In diesen Bereich können, wenn vorhanden, Vererbungsinformationen, wie Eltern- oder Kindrollen der jeweiligen Rolle, eingetragen werden.

Erfüllt die Konzepte: (R6)

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird die Repräsentation relationaler Rollen in der R-CRC-Karten-Methode als **Rollenkarte** bezeichnet.

3.3.3 Begründung der Rollenrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode

Die Repräsentation der relationalen Rollen in der R-CRC-Karten Methode wurde aus den folgenden Gründen, wie im Kapitel 3.3.2 angegeben, gewählt.

Zum einen wurde die Rollenrepräsentation als eigene Rollenkarte angelegt, um einen modularen Aufbau der relationalen Erweiterung zu gewährleisten. Dadurch kann die Rollenkarte analog zur RRC-Karten-Methode² [13] benutzt werden, um nur die Zusammenarbeit von Rollen alleinstehend zu untersuchen. Weiterhin ist durch diesen physisch getrennten Aufbau zwischen Objekt und Rolle, auch die Trennung der Rollen von den gespielten Objekten ersichtlicher, was zu einem besseren Verständnis des Rollenbegriffes in der Lehre führt.

Der Aufbau der Karte ist, wie schon bei der Klassenkarte, stark an den Aufbau der klassischen CRC-Karte angelegt. Auch hier wurde dieser Aufbau gewählt, weil er alle Konzepte von Rollen beinhaltet und die Übergangshürden von den klassischen CRC-Karten gering hält. Weiterhin bildet dieser Aufbau, durch die Bereiche der Vorderseite der Rollenkarte, die Wichtigkeit des Verhaltens und der Interaktion von Rollen besonders gut ab. Da dies bei den Rollen, welche das kontextspezifische Verhalten von Objekten im System darstellen, eines der wichtigsten Merkmale darstellt, ist dieser Aufbau für die Rollenkarten am besten geeignet.

Die Verlagerung der Vererbungsinformationen auf die Rückseite der Karte und die Ersetzung durch die Trägerinformationen wurde aus folgenden Gründen getätigt. Zum einen werden die Trägerinformationen während des Rollenspiels häufiger benötigt bzw. müssen häufiger eingetragen werden. Die Vererbungsinformationen werden hingegen meist zwischen den einzelnen Szenarien des Rollenspieles ergänzt. Dies führt dazu, dass diese Informationen während des Rollenspiels weniger oft nachgetragen oder abgefragt werden müssen, als die Informationen zu den Trägern. Auch können nach der Literatur nur ein Teil aller Modelle Vererbungen darstellen [8], wodurch diese Information bei der Umwandlung in Modelle weniger nutzbar sein könnte. Deshalb wurde, auch aus Platzgründen, beschlossen, die Trägerinformationen auf der Vorderseite einzutragen und den Informationen zur Vererbung einen neuen Bereich auf der Rückseite einzurichten.

Abschließend ist allerdings noch zu vermerken, dass die Karte an sich, ungleich der Klassenkarte, nicht die Identität der Rolle enthält. Ob eine Rolle eine Identität besitzt, ist in der Literatur nicht eindeutig geregelt [4], weshalb dieser Umstand nicht in die Rollenkarte aufgenommen wurde. Sie ist als eine Erweiterung ihrer Träger anzusehen, wodurch der Umstand ihrer Identität in der R-CRC-Karten-Methode zunächst vernachlässigt werden kann.

² Siehe Kapitel 1.2.2 auf Seite 2

3.4 Erweiterung der R-CRC-Karten-Methode mit kontextabhängigen Rolleneigenschaften

3.4.1 Kontextabhängige Rolleneigenschaften in der R-CRC-Karten-Methode

Die zweite Erweiterung der R-CRC-Karten-Methode betrifft die kontextabhängige Natur der Rollen³. In dem vorhergehenden Kapitel 2 wurden, analog zu den relationalen strukturellen Eigenschaften, auch die kontextabhängigen, strukturbezogene Rolleneigenschaften ermittelt. Diese werden nun genutzt, um kontextabhängige Konzepte zu erstellen, welche in die *Kontextrepräsentation* der R-CRC-Karten-Methode eingliedert werden.

Die Eigenschaft (19) gibt dabei an, dass Rollen einem Kontext, in welchen sie interagieren, zugeordnet sein müssen. Dabei kann eine Rolle mehreren Kontexten zugeordnet sein. Dies wird von der Eigenschaft (21) angegeben.

Kontexte müssen weiterhin Attribute und Verhalten besitzen, wie es die Eigenschaft (20) angibt. Da in dieser Eigenschaft angegeben wird, dass sich Kontexte in ihren Verhalten wie Objekte verhalten, wird angenommen, dass diese, wie Objekte, Mithelfer für nicht rollenspezifische Zusammenarbeit besitzen können.

Die Eigenschaften (22) und (23) geben dabei an, dass Kontexte, wie Objekte, Rollen annehmen können. Dieses Konzept wurde schon im Kapitel 3.3 mit berücksichtigt. Dabei ist es möglich das Kontexte eine Rolle annehmen, welche ihnen selbst zugeordnet ist. Somit gibt es keine Beschränkung bei der Annahme der Rollen, analog der anderen Elemente.

Durch die Eigenschaft (24) wird angegeben, dass Kontexte innere Kontexte besitzen können. Dies kann dabei entweder über Rollen, welche von den inneren Kontexten angenommen werden oder analog zu Attributen realisiert werden.

Weiterhin besitzen Kontexte, wie alle anderen Elemente auch, die Möglichkeiten der Vererbung von Struktur und Verhalten. Dies wird durch wie Eigenschaft (25) geregelt.

Zuletzt besitzen Kontexte, wie Objekte eine eigene Identität, was durch Eigenschaft (26) angegeben wird.

Somit muss die Kontextrepräsentation der R-CRC-Karten-Methode folgende **Konzepte** enthalten, um mit den Eigenschaften der kontextabhängigen Rollennatur vergleichbar zu sein:

- (K1). Kontexte haben eine Identität.
- (K2). Kontexte haben ein Verhalten.
- (K3). Kontexte haben Attribute.
- (K4). Kontexte arbeiten mit Objekten und Kontexten zusammen.
- (K5). Kontexte haben Rollen, welche in ihnen interagieren.
- (K6). Kontexte können innere Kontexte besitzen.
- (K7). Kontexte können Struktur und Verhalten voneinander erben.

³ Siehe Kapitel 2.2.1 auf Seite 8

3.4.2 Entwicklung der Kontextrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode

Um die vorangegangenen Konzepte einzuhalten, wurde folgende Kontextrepräsentation der R-CRC-Karten-Methode erstellt:

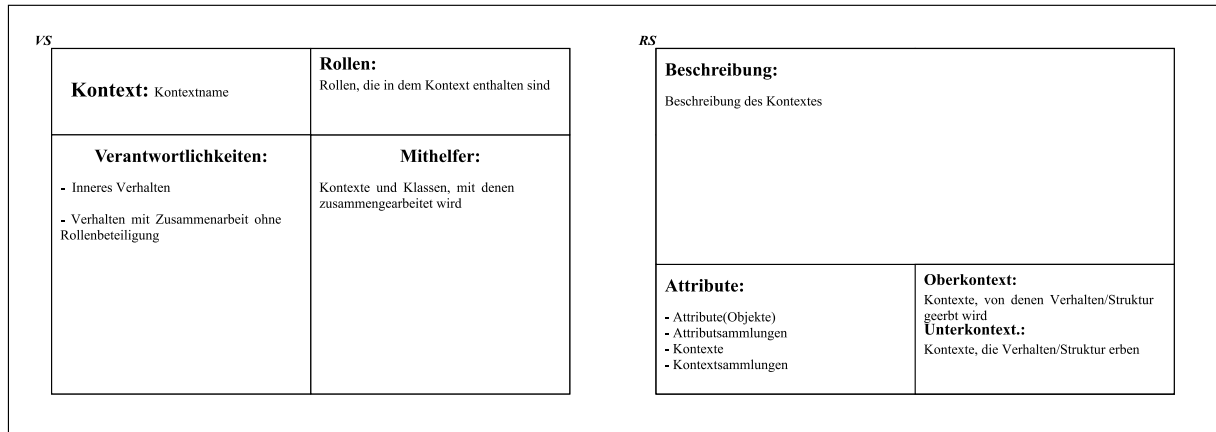


Abbildung 5: Kontextrepräsentation (Kontextkarte) in der R-CRC-Karten-Methode

Wie auch bei den zuvor erstellten Karten, wurde auch bei der Kontextrepräsentation auf eine möglichst große Übereinstimmung mit den klassischen CRC-Karten geachtet. Die Karte besitzt eine Vorder- und Rückseite mit den folgenden Bereichen:

Kontext:

In diesem Bereich wird der Name des Kontextes, den die Karte verkörpert, eingetragen.

Erfüllt die Konzepte: -

Rollen:

Hier sind die Rollen eingetragen, welche diesem Kontext zugeordnet sind und in diesem interagieren. Es ist hierbei möglich, Multiplizitäten, zum Beispiel mittels [0...*], für einzelne Rollen anzugeben.

Beispiele hierfür sind der *Chefprogrammierer* eines *Teams* oder die *Verkäufer*[1...*] eines *Unternehmens*.

Erfüllt die Konzepte: (K5)

Verantwortlichkeiten:

In diesem Bereich wird kontextspezifisches Verhalten eingetragen. Das eingetragene Verhalten sollte nur auf den Kontext bezogen sein und kein rollenspezifisches Verhalten beinhalten. Es kann jedoch Verhalten sein, welches die im Kontext beinhaltete Rollen anspricht.

Beispiele hierfür sind *„Namen kennen“* eines *Unternehmens*, *„Transaktion ausführen“* einer *Banktransaktion*, welche die Rollen *Ziel-* und *Quellkonto* besitzt und diese durch die Aktion anspricht.

Erfüllt die Konzepte: (K2)

Mithelfer:

Dieser Bereich ist für die Elemente vorgesehen, welche mit dem Kontext zusammenarbeiten, um die kontextspezifischen Verantwortlichkeiten des Kontextes zu erfüllen. Dies können Objekte oder innere wie auch äußere Kontexte sein, welche mit dem Kontext bei nicht rollenspezifischen Verhalten zusammenarbeiten. Angesprochene, im Kontext beinhaltete Rollen, müssen in diesem Bereich nicht vermerkt werden.

Beispiele für einen Kontext-Mithelfer sind die *Zeitabschnitte*, der Aktion "Öffnungszeiten kennen" eines *Geschäftes*.

Erfüllt die Konzepte: (K4)

Beschreibung:

In diesem Feld kann eine allgemeine Beschreibung des Kontextes eingetragen werden.

Erfüllt die Konzepte: -

Attribute:

In diesem Bereich können die rollenspezifischen Attribute bzw. Attributkollektionen eines Kontextes eingetragen werden. Analog zu Objekten können Multiplizitäten und Wertzuweisungen verwendet werden.

Ein Beispiel dafür ist die *Name* einer *Bank*.

Weiterhin können in diesem Bereich mögliche innere Kontexte eines Kontextes eingetragen werden. Hierzu können, analog zu den Attributen, Multiplizitäten benutzt werden.

Ein Beispiel für diesen Punkt wären die *Teams[1...5]* eines *Unternehmens*.

Erfüllt die Konzepte: (K3), (K6)

Ober-/ Unterkontext:

In diesen Bereich können, wenn vorhanden, Vererbungsinformationen, wie Eltern- oder Kindkontexte des jeweiligen Kontextes, eingetragen werden.

Erfüllt die Konzepte: (K7)

Das **Konzept (K1)** wird, wie schon bei den Klassenkarten, durch die physische Karte selbst abgedeckt. Diese Karte symbolisiert die Identität des Kontextes im Rollenspiel.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird die Kontextrepräsentation der R-CRC-Karten-Methode als **Kontextkarte** bezeichnet.

3.4.3 Begründung der Kontextrepräsentation in der R-CRC-Karten-Methode

Die Repräsentation des Kontextes in der R-CRC-Karten-Methode wurde aus den folgenden Gründen gewählt.

Wie auch bei den vorhergehenden Karten, wurde die Kontextrepräsentation als eigene Karte abgebildet. Durch diese Auswahl kann auch bei der Kontextrepräsentation die Modularität der kontextabhängigen Erweiterung gewährleistet werden. Somit muss man die Repräsentation nicht verwenden, sollte sie zur Schulung oder wegen des Zielmodells nicht benötigt werden.

Auch die Kontextkarte wurde nach dem klassischen CRC-Karten-Design aufgebaut. Die zu Grunde liegenden Argumente sind dabei gleich der der Rollen- und Klassenkarten. Zum einen ist die geringe Lern- bzw. Übergangshürde zur klassischen CRC-Karten-Methode zu nennen, sowie ein einheitliches Design zwischen den R-CRC-Karten. Auch werden durch den Aufbau, wie schon bei den zuvor designten Karten, alle Anforderungen erfüllt. Da die Kontexte hauptsächlich den Rahmen zu ihren Rollen bilden, ist der Bezug auf Interaktion des klassischen CRC-Karten-Designs hierbei weniger ausschlaggebend. Um eine Kontinuität zwischen den Karten und des Rollenspiels zu gewährleisten, wurde jedoch das interaktive Design beibehalten.

Auch bei den Kontextkarten wurden die Vererbungsinformationen auf die Rückseite verschoben und durch die Rolleninformationen ersetzt. Die Gründe hierzu sind dabei analog der Gründe bei den Rollenkarten.

3.5 Metamodell der R-CRC-Karten

Um einen allgemeinen Überblick über die Karten der R-CRC-Karten-Methode zu erhalten, wurde an dieser Stelle ein *Metamodell* dieser Karten erstellt (Abbildung 6).

Das Modell ist in drei Pakete unterteilt. Diese enthalten die spezifischen Bestandteile jeder *Repräsentation* der Elemente der R-CRC-Karten-Methode. Außerhalb der Pakete liegen die allgemeinen Bestandteile der R-CRC-Karten. Jede *R-CRC-Karte* (*Klassenkarte*, *Rollenkarte*, *Kontextkarte*) hat eine *Kartenvorder-* (VS-) und *Kartenrückseite* (RS-), welche die einzelnen Bestandteile enthalten.

Alle Kartentypen besitzen auf ihrer Vorderseite einen *Namen*, welcher je nach Kartentyp entweder ein *Klassenname*, *Rollenname*, oder *Kontextname* sein kann. Auch sind auf allen Kartenvorderseiten *Verantwortlichkeiten* vermerkt, die *Innere Verantwortlichkeiten*, welche keine Hilfe von anderen Karten benötigen, oder *Verantwortlichkeiten mit Hilfe*, welche *Mithelfer* zur Ausführung benötigen. Diese Verantwortlichkeiten können außerdem entweder *normale* Verantwortlichkeiten sein oder *überschriebene* (*Verantwortlichkeitstyp*). Diese überschriebenen Verantwortlichkeiten werden nur von *Rollenkarten* genutzt, um Verantwortlichkeiten ihrer *Träger* zu überschreiben. Alle Kartenrückseiten besitzen eine *Beschreibung* der Karte.

Klassenkarten haben auf ihrer Vorderseite (*VS_Klassenkarte*) weiterhin *Mithelfer von Klassen* vermerkt, welche andere Klassenkarten sein können. Weiterhin auf der Vorderseite befinden sich Informationen zur *Klassenvererbung*, der Vererbung der Klassenkarte, die andere Klassenkarten als *Ober-* oder *Unterklassen* vermerkt hat. Auf der Rückseite der Klassenkarte (*RS_Klassenkarte*) befinden sich zusätzlich noch *Attribute*. Diese können *Multiplizitäten* und *Wertzuweisungen* besitzen. Die Klassenkarte verwendet dabei *Standartattribute*, welche vom Typ her *Werte* oder *Objekte* sein können (*Standartattributwerttyp*).

Die *Rollenkarten* besitzen auf ihrer Vorderseite (*VS_Rollenkarte*), analog zu Klassenkarten, *Mithelfer von Rollen*, welche von alle Kartentypen angenommen werden können. Auch auf der Vorderseite sind die *Träger*, die diese Rollenkarte annehmen können, vermerkt. Diese können ebenfalls von allen Kartentypen angenommen werden. Auf der Rückseite (*RS_Rollenkarte*) befinden sich, bei der Rollenkarte, die Informationen zur *Rollenvererbung*, welche andere Rollenkarten als *Ober-* oder *Unterrollen* besitzt. Weiterhin auf der Rückseite befinden sich die *Attribute* der Rollenkarte. Auch die Rollenkarte besitzt dabei, wie die Klassenkarte, *Standartattribute* als Attribute.

Als letzter Kartentyp besitzt die *Kontextkarte* auf ihrer Vorderseite (*VS_Kontextkarte*) *Mithelfer von Kontexten*, welche Klassen- oder andere Kontextkarten sein können. Auch befindet sich auf der Vorderseite der Bereich der *Rollen im Kontext*, die von Rollenkarten angenommen werden können. Auf der Rückseite (*RS_Kontextkarte*) besitzt die Kontextkarte, neben ihrer *Beschreibung*, weiterhin Informationen zur *Kontextvererbung*, welche andere Kontextkarten als *Ober-* oder *Unterkontexte* angibt. Als letztes besitzt die Kontextkarte auf ihrer Rückseite noch *Attribute*. Diese sind *Kontextattribute*, welche *Werte*, *Objekte* oder *innere Kontexte* sein können (*Kontextattributwerttyp*).

Für weitere tiefgreifendere Informationen zu den Kartentypen und deren einzelnen Bereichen, wird hierbei auf die Kapitel 3.2 bis 3.4 verwiesen.

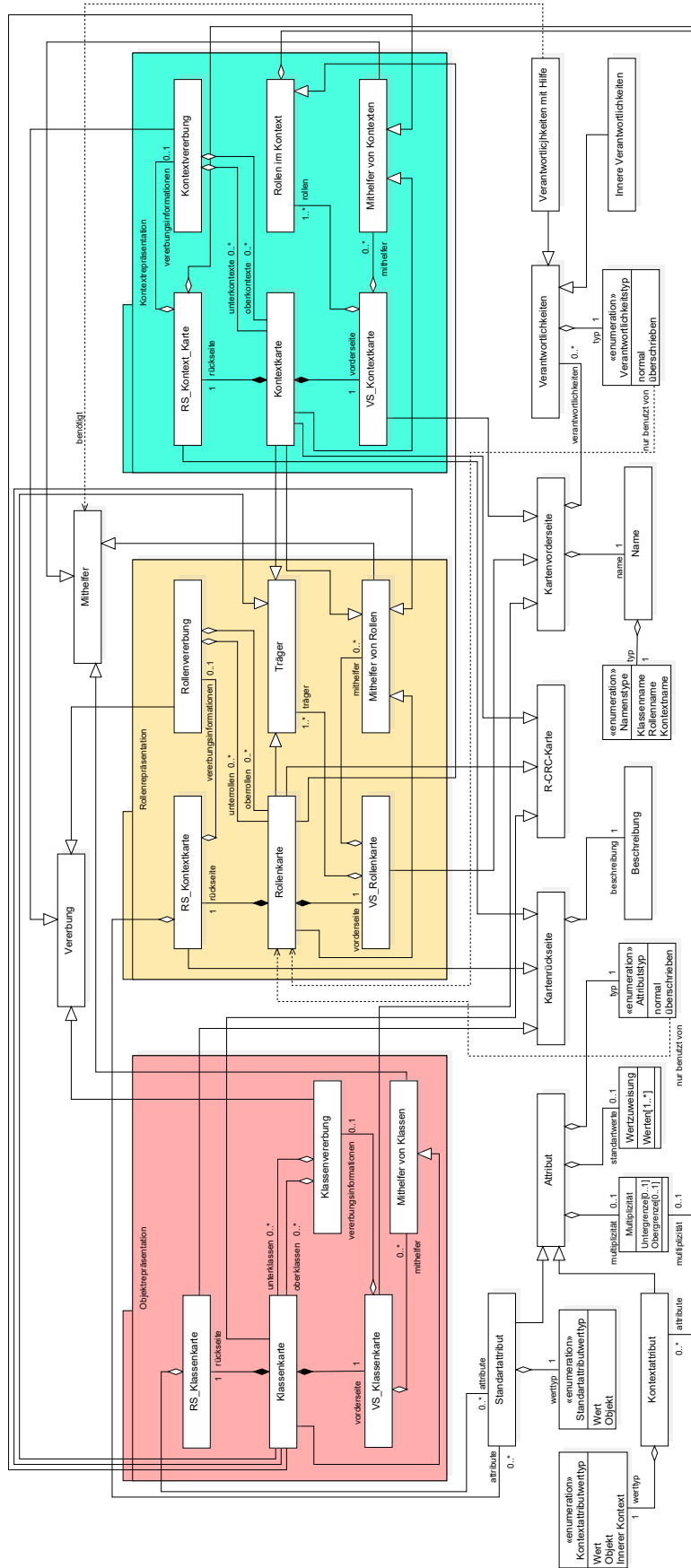


Abbildung 6: Metamodell der in den Kapiteln 3.2 bis 3.4 erstellten R-CRC-Karten

3.6 Entwicklung des R-CRC-Karten-Verfahrens

Nachdem die Repräsentationen der Objekte, Rollen und Kontexte erstellt worden sind, muss nun das klassische CRC-Karten-Verfahren an die rollenerweiterte Form angepasst werden. Dabei muss der *Ablauf des Rollenspiels* und die *Regeln* denen es folgt, an die rollenbasierten Erfordernisse und Konzepte angepasst werden.

3.6.1 Allgemeiner Ablauf des R-CRC-Karten-Verfahrens

In diesem Kapitel wird nun zuerst der *allgemeine Ablauf* des R-CRC-Karten-Verfahrens besprochen. Dieser bleibt, in großen Teilen, gleich dem Ablauf des klassischen CRC-Karten-Verfahrens [10].

Zuerst baut das Verfahren auf einer Problemstellung auf, welche durch das Verfahren analysiert werden soll. Zu diesem Zweck werden mehrere Szenarien erstellt. Diese sollten die Anwendungsfälle der Problemstellung möglichst umfassend abdecken und erfolgreiche sowie nicht erfolgreiche Durchläufe der Anwendungsfälle der Problemstellung erfassen.

Nun werden aus der Problemstellung zuerst benötigte mögliche Akteure bestimmt und ihre Karten erstellt. Dies geschieht meist durch die *Substantiv-Methode*, bei welcher die Substantive der Problemstellung in Elemente des rollenbasierten Konzeptes oder Attribute unterteilt werden. Rollenkarten sollten an Teilnehmer des Rollenspieles gekoppelt werden, welche für diese während des Rollenspieles zuständig sind. Klassen- und Kontextkarten müssen hierbei nicht von Teilnehmer des Rollenspieles betreut werden, sondern können auf einen neutralen Stapel gelegt und von jedem Teilnehmer genutzt werden. Diese Einteilung liefert im Verfahren den besten Spielfluss, da im R-CRC-Karten-Verfahren das Hauptaugenmerk auf den Rollen (-karten) und ihren Interaktionen liegt.

Der nächste Schritt ist die Durchführung des Rollenspiels der jeweiligen Szenarien. Hierzu werden, während des Rollenspiels, je nach Bedarf neue Rollen-, Klassen- und Kontextkarten erstellt und, wenn nötig, an einem Teilnehmer übertragen. Alte Karten werden mit den Ergebnissen der Szenarios erweitert.

Nach Durchführung des letzten Szenarios entsteht so als Endergebnis ein R-CRC-Karten-Modell, welches aus Karten der verwendeten Kartentypen besteht. Dabei sollte das komplette Rollenspiel aufgezeichnet werden, um den Ablauf der einzelnen Szenarien zu einem späteren Zeitpunkt, in diesem Ablaufprotokoll, nachzuvollziehen können. Diesen beiden Elemente können dann in rollenbasierte Modelle übertragen werden.

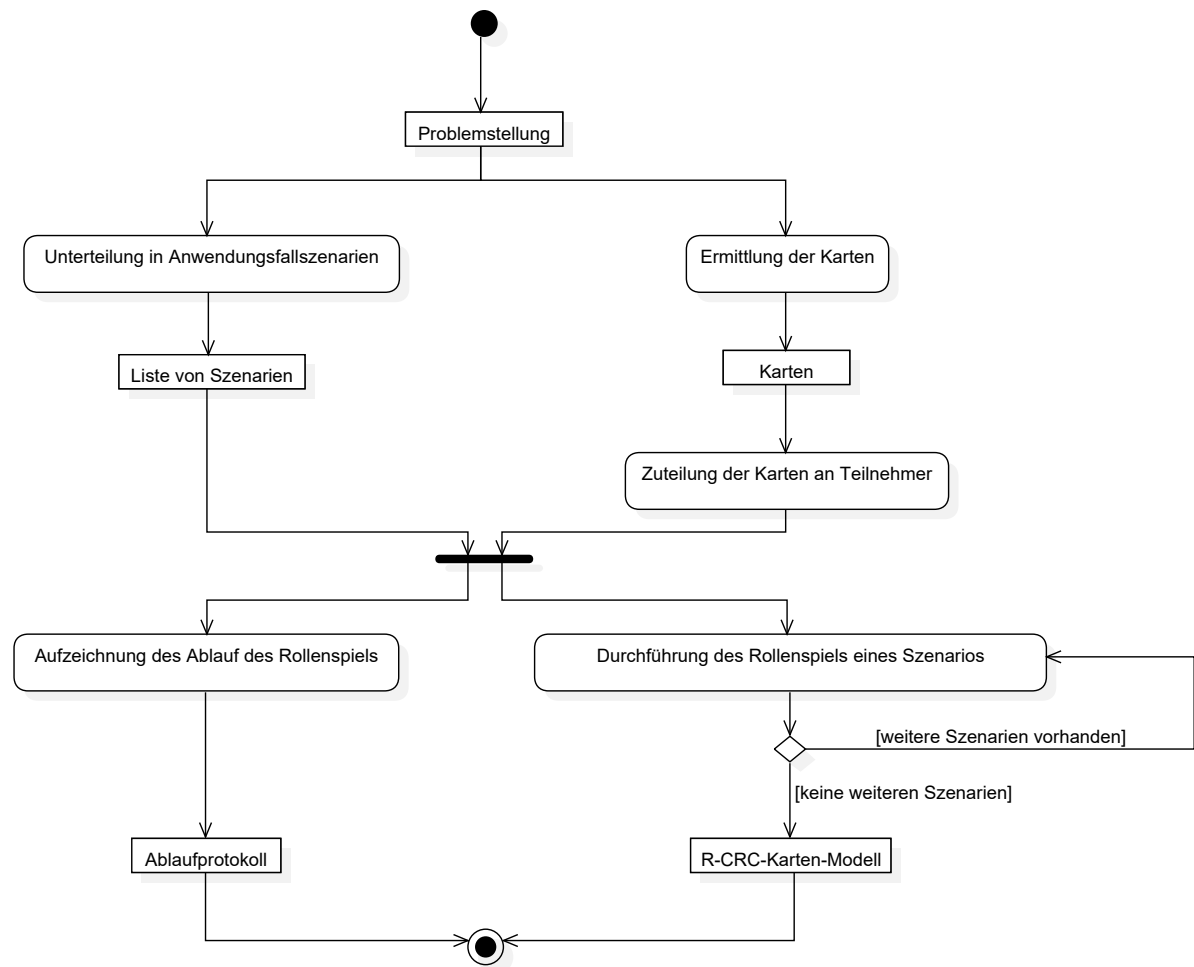


Abbildung 7: Aktivitätsdiagramm des allgemeinen R-CRC-Karten-Verfahrens

3.6.2 Grundlegende Regeln im Rollenspiel des R-CRC-Karten-Verfahrens

Die *grundlegenden Regeln* des R-CRC-Karten-Verfahrens sind aus dem klassischen CRC-Karten-Verfahren [10] übernommen. Dies betrifft auch den *grundlegenden Ablauf* eines Szenarios.

Zuerst wird eine Teilnehmerkarte als Startpunkt des Anwendungsfallsszenarios bestimmt und wird somit zur **aktiven Karte**, welche eine Aufgabe erfüllen muss. Dies geschieht über die Verantwortlichkeiten der Karte, welche sofort auf der Karte eingetragen werden. Benötigte Attribute werden auf der Karte ergänzt. Wenn die Aufgabe nicht von dem Teilnehmer und seiner Karte vollständig allein erfüllt werden kann, muss er diese Unteraufgabe an einen Mithelfer weiter delegieren. Auch dieser wird auf der Karte vermerkt. Diese Mithelferkarte wird nun zur aktiven Karte und versucht die ihm erteilte Unteraufgabe, analog des ersten Teilnehmers, zu erfüllen. Der Unteraufgabengeber, wird zu Seite gelegt, bis die delegierte Unteraufgabe erfüllt wurde. Wenn die Unteraufgabe erfüllt wurde, wird der Unteraufgabengeber wieder zur aktiven Karte. Sollten die Anfangsaufgabe und alle weiterdelegierten Unteraufgaben, nach Szenario, erfüllt sein, ist der Durchgang beendet.

Falls einige Karten, nach dem Szenarien, gleiche Attribute und Verantwortlichkeiten besitzen, können diese nachträglich in Vererbungshierarchien zusammengefasst werden.

Die allgemeinen **Regeln** des R-CRC-Karten-Verfahrens sind:

- (RA1). Teilnehmer und ihre Karten müssen ihnen zugewiesene Aufgaben erfüllen.
- (RA2). Zur Erfüllung können Verantwortlichkeiten auf der Karte eingetragen werden.
- (RA3). Wenn die Verantwortlichkeiten Attribute benötigen, werden diese auf der Karte eingetragen.
- (RA4). Zur Erfüllung der Aufgaben können Unteraufgaben an Mithelfer (andere Karten) weitergegeben werden.
- (RA5). Karten mit gleichen Attributen und Verantwortlichkeiten können durch Oberklassen in eine Vererbungshierarchie zusammengefasst werden.

Nachfolgend wird im Aktivitätsdiagramm 8 zuerst der grobe Ablauf des allgemeinen R-CRC-Karten-Verfahrens dargestellt. Dieser soll das Durchlaufen der aktiven Karten in einem Szenario erklären. Das Ablaufdiagramm 9 zeigt hingegen den verfeinerten Ablauf eines Szenarios mit allen möglichen Aktivitäten.

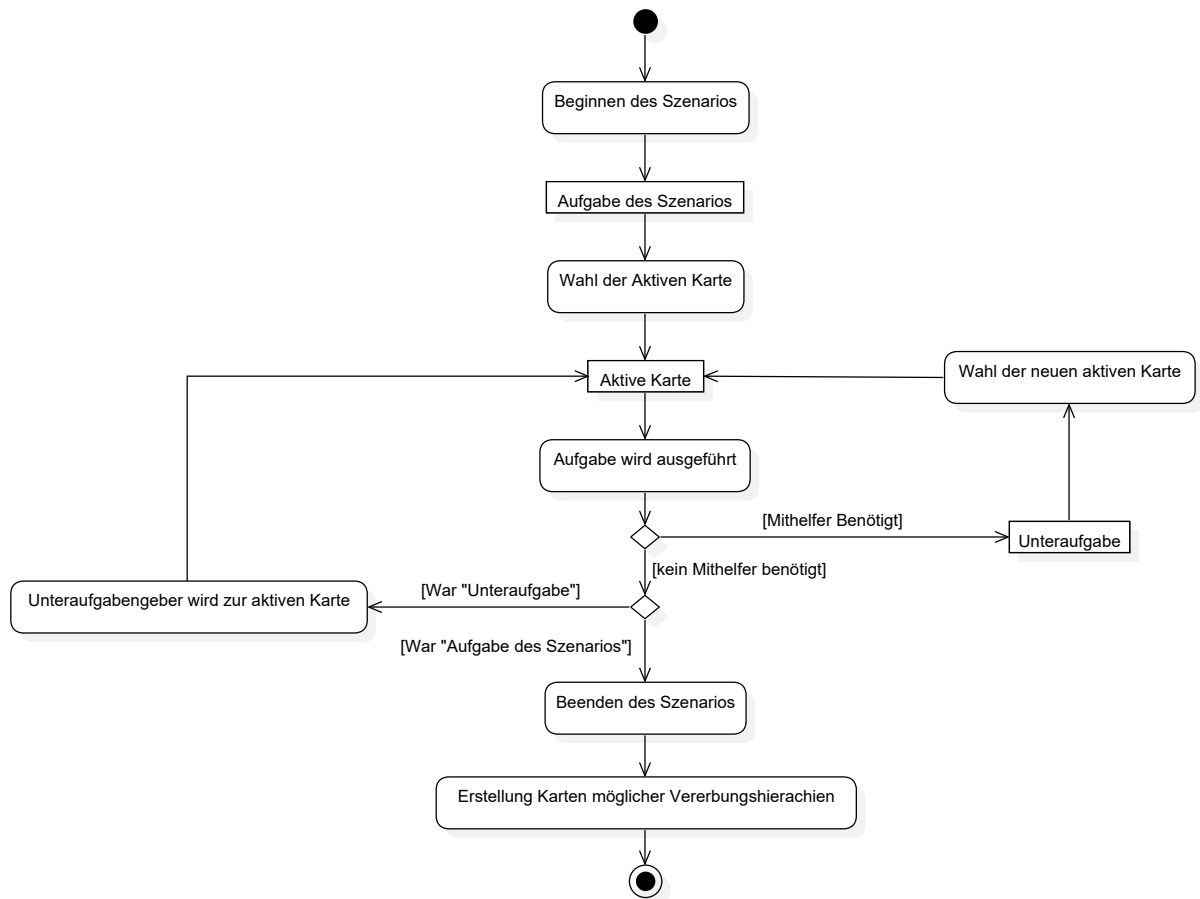


Abbildung 8: Aktivitätsdiagramm des groben allgemeinen Ablaufes eines Szenarios im R-CRC-Karten-Verfahren

3 Entwicklung des rollenerweiterten R-CRC-Karten-Verfahrens

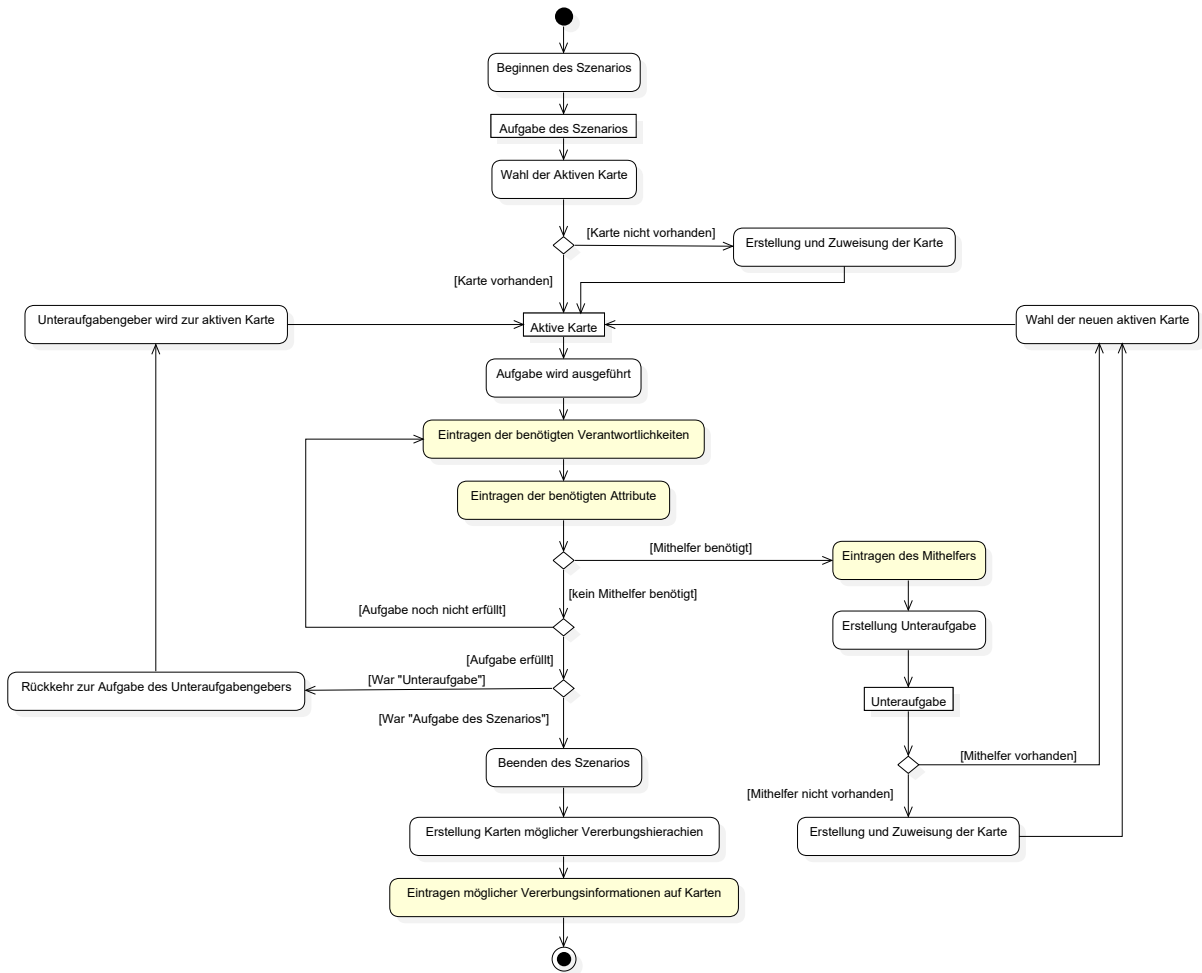


Abbildung 9: Aktivitätsdiagramm des verfeinerten allgemeinen Ablaufes eines Szenarios im R-CRC-Karten-Verfahren. Gelbe Aktivitäten verweisen auf Aktivitäten, bei welchen Eintragungen auf Karten vorzunehmen sind.

3.6.3 Regeln im Rollenspiel des relationalen R-CRC-Karten-Verfahrens

Durch die relationale Erweiterung des R-CRC-Karten-Verfahrens entstehen *weitere Regeln*, welche sich mit der Annahme von Rollen durch ihre Träger beschäftigen. Diese Regeln wurden hauptsächlich durch die relationalen, vorgangsbezogenen Eigenschaften von *Steimann* und *Kühn* entwickelt⁴.

Zum einen müssen Rollen, welche eine Aufgabe zugewiesen bekommen haben, von einem Träger angenommen werden. Dies kann eine Rolle oder ein Objekt sein. Jedoch muss an unterster Stelle der Trägerhierarchie immer ein Objekt stehen. Diese werden dabei als Träger in der Rolle eingetragen. Grundlage für diese Regel bilden die erweiterten *Steimanns*chen Eigenschaften (7) und (8). Im Rollenspiel wird dies symbolisiert, indem die Trägerkarte, analog zur Abbildung 10, an die Rollenkarte angelegt wird und somit ein **Kartenverbund** geschaffen wird. Ist der Träger eine Rolle, muss der Kartenverbund solange erweitert werden, bis der letzte Träger eine Klassenkarte ist.

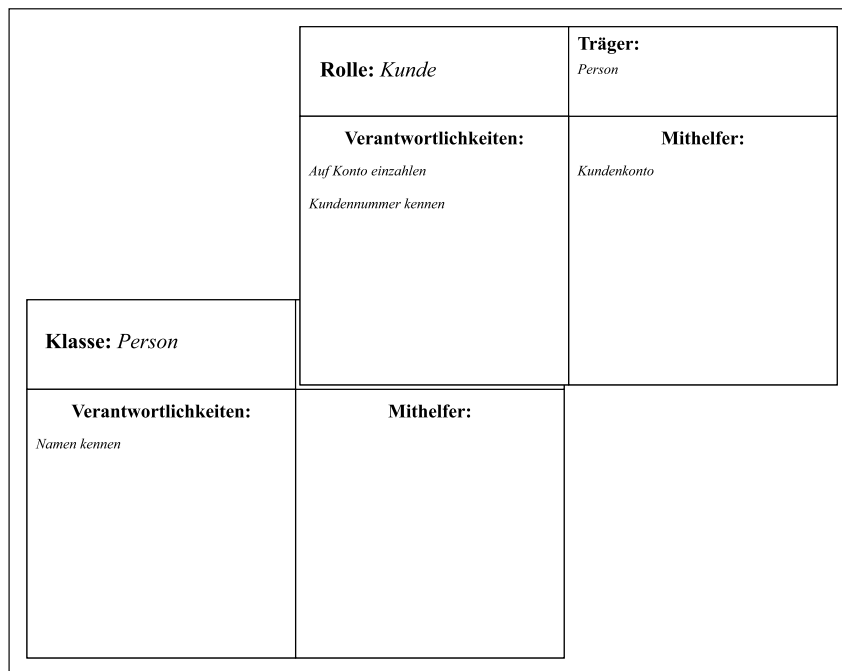


Abbildung 10: Eine *Person* nimmt die Rolle eines *Kunden* an, um auf sein *Kundenkonto* einzuzahlen. Die Abbildung zeigt einen Kartenverbund aus Rollenkarte (*Kunde*) und ihrem Träger (*Person*).

⁴ Siehe Kapitel 2.2.3 auf Seite 9

3 Entwicklung des rollenerweiterten R-CRC-Karten-Verfahrens

Träger können dabei im Szenario ausgewechselt, übertragen und abgelegt werden. Auch ist es möglich, dass Träger mehrere Rollen zugleich annehmen können. Die Eigenschaften (3), (4), (5), (6) und (9) stellen hierfür die Grundlagen. Im Rollenspiel kann das Ablegen durch Entfernung der Trägerkarte geschehen. Die Übertragung durch Anlage an einen anderen Träger. Die zeitgleiche Annahme mehrerer Rollen kann durch einen Stapel an Rollenkarten am Träger gekennzeichnet werden. Dabei ist die oberste Karte des Stapels, die für die derzeitige Aufgabe benötigte Rolle.

Auch können Rollen, mit dieser Erweiterung, Unteraufgaben nicht nur an Mithelfer weitergeben, sondern auch an ihre Träger, um trägerspezifische Aufgaben zu erfüllen. Hierzu muss der Träger nicht als Mithelfer eingetragen werden, da er schon auf der Rollenkarte vermerkt ist und die genaue Mitarbeit dem Ablaufprotokoll entnommen werden kann.

Somit hat das relationale R-CRC-Karten-Verfahren *zusätzliche Regeln*:

- (RR1). Rollen sollten der Startpunkt eines Szenarios sein.
- (RR2). Rollen müssen durch Träger (Rollen, Objekte) angenommen werden. Dabei muss ein Objekt als letzter Träger vorhanden sein.
- (RR3). Träger können Rollen ablegen, übertragen und mehrere Rollen zur gleichen Zeit annehmen.
- (RR4). Rollen können Unteraufgaben an ihre Träger weitergeben.

Auch müssen die Ablaufabfolgen beim Übergang vom allgemeinen Ablauf des R-CRC-Karten-Verfahrens zum relationalen Ablauf leicht abgeändert werden. So gibt es in dieser Erweiterung **aktive Karten und aktive Kartenverbunde**. Sollte die aktive Karte eine Klassenkarte sein, bleibt es bei dem Objekt als aktive Karte und die Aufgabe kann sofort erfüllt werden. Sollte die aktive Karte eine Rollenkarte sein, so muss diese zuerst einen Träger annehmen. Dieser entstehende Kartenverbund ist nun der aktive Kartenverbund und kann die Aufgabe erfüllen. Sollte die Rolle Mithilfe von ihrem Träger benötigen, bleibt der Kartenverbund der aktive Kartenverbund und die Unteraufgabe wird vom Träger ausgeführt. Nur bei Mithelfern außerhalb des Kartenverbundes wird die aktiven Karten gewechselt.

Weiterhin sollte bei der erstmaligen Erstellung der Karten aus der Problemstellung, nur Rollenkarten erstellt werden. Klassenkarten und zusätzliche Rollenkarten können während des Verfahrens hinzugefügt werden. Sollte, in der Problemstellung, ein Objekt als Rolle erkannt werden, kann diese Fehleinschätzung im Rollenspiel korrigiert werden. Dies geschieht am Besten zum Zeitpunkt der Trägerzuweisung, bei der dieser Fehler, durch Fehlen des Objektträgers, entdeckt worden ist. Die Erstellung der Karten kann dabei über die *Substantiv-Methode* erfolgen, welche so abgeändert wird, dass bei Nicht-Attribut-Substantiven gefragt wird: "Gehören sie zu einem Kontext?". Falls diese Frage bejaht wird, ist das Substantiv eine Rolle, ansonsten ein Objekt, welches auch vermerkt werden kann.

Nachfolgend wird im Aktivitätsdiagramm 11 zuerst der grobe Ablauf des rollenerweiterten R-CRC-Karten-Verfahrens dargestellt. Danach wird in Abbildung 12 der grobe Szenarioablauf beschrieben. Dieser soll das Durchlaufen der aktiven Karten bzw. Kartenverbunde in einem Szenario erklären. Das Ablaufdiagramm 13 zeigt hingegen den feinen Ablauf eines Szenarios mit allen möglichen Aktivitäten.

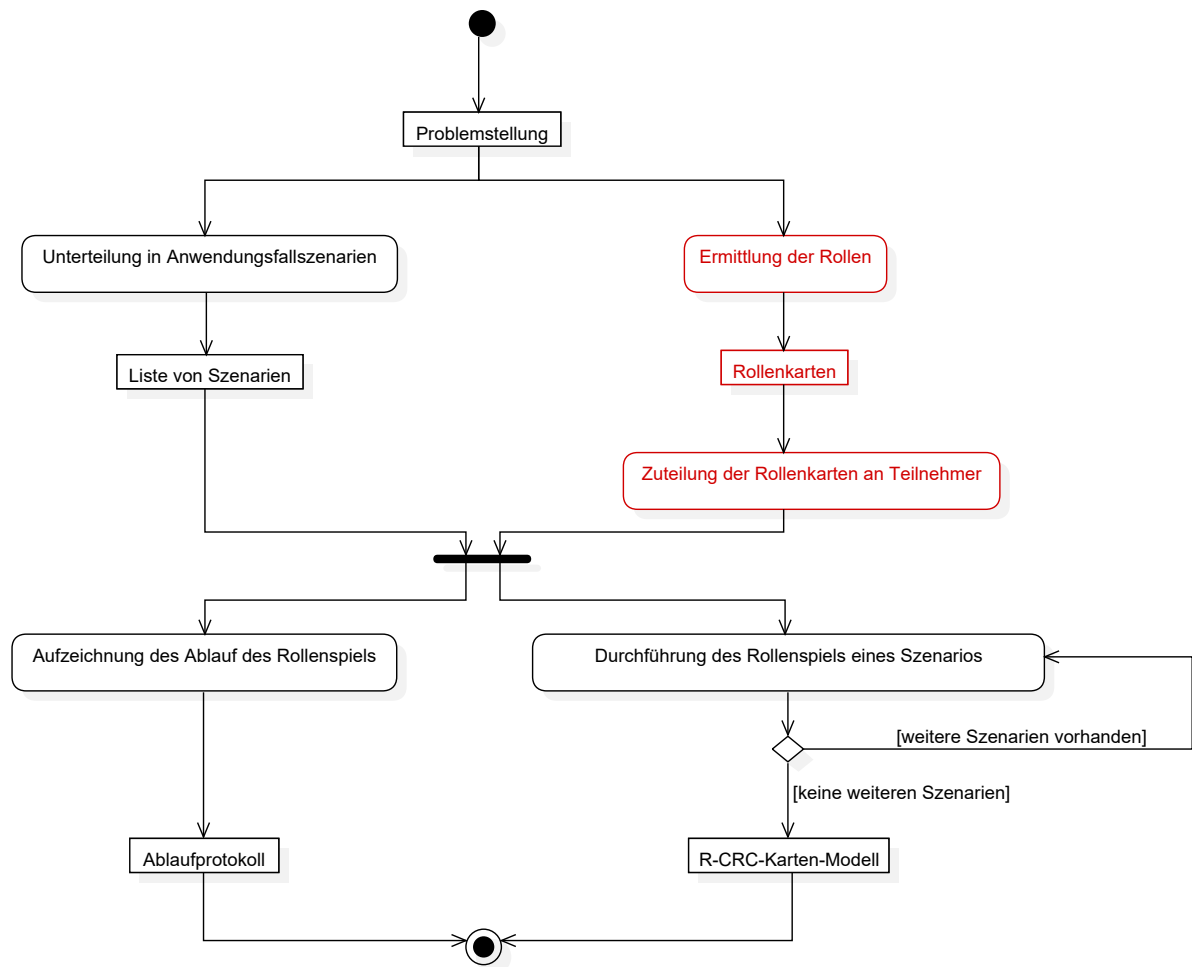


Abbildung 11: Aktivitätsdiagramm des relationalen R-CRC-Karten-Verfahrens

3 Entwicklung des rollenerweiterten R-CRC-Karten-Verfahrens

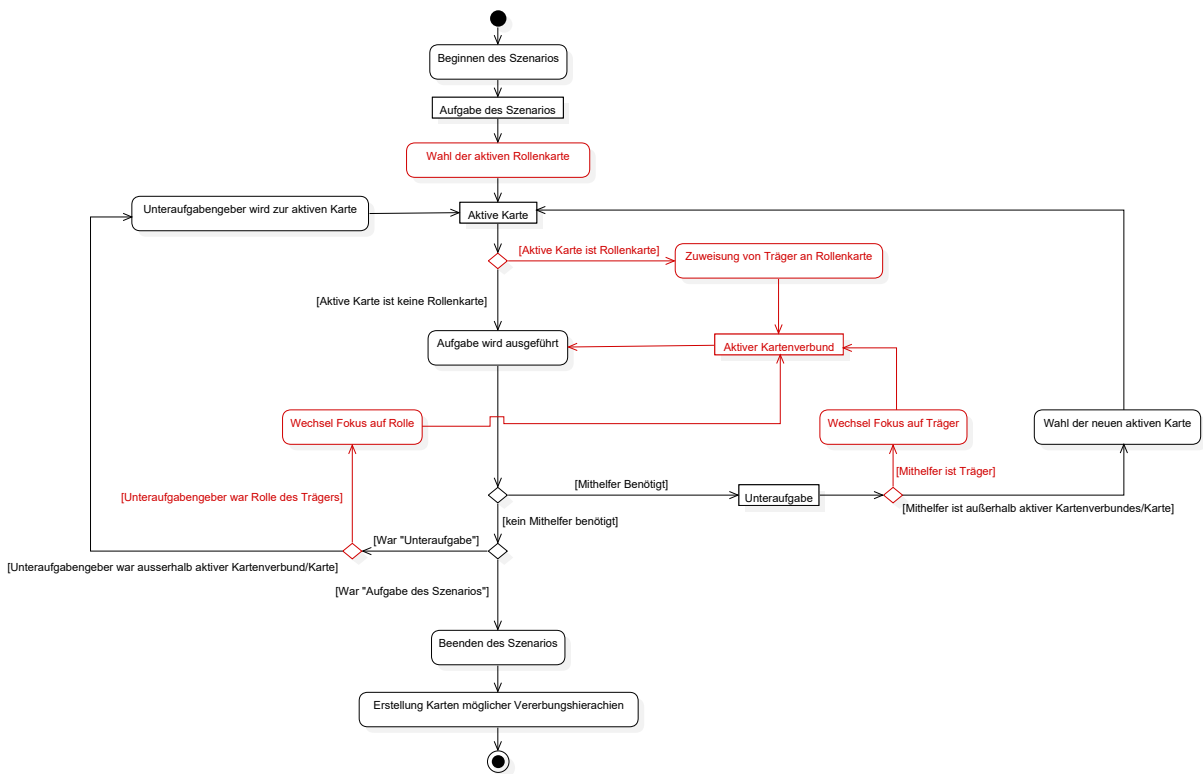


Abbildung 12: Aktivitätsdiagramm des groben Ablaufs eines Szenarios im R-CRC-Karten-Verfahren mit relationaler Erweiterung (Rot markiert)

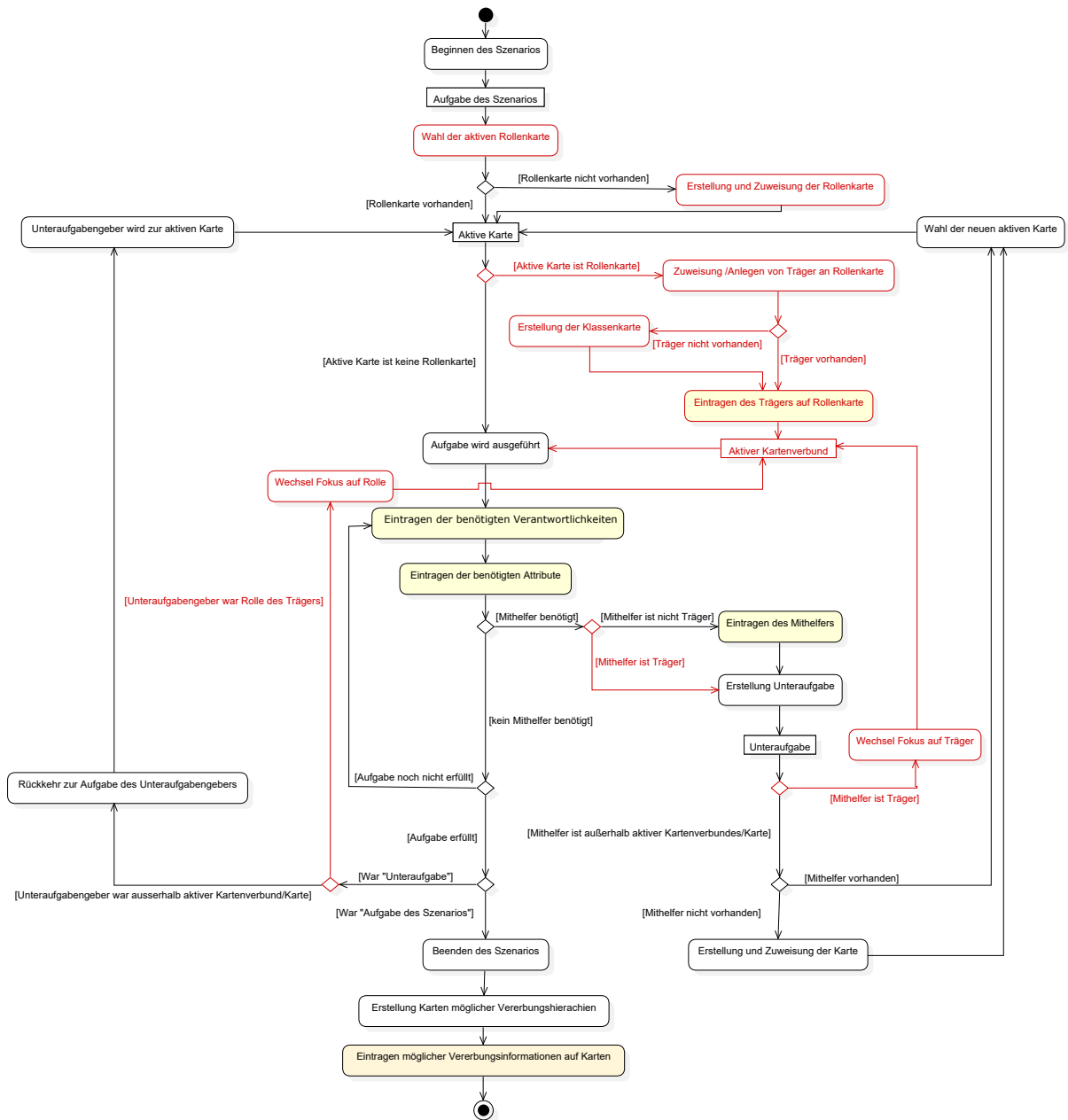


Abbildung 13: Aktivitätsdiagramm des verfeinerten Ablaufes eines Szenarios im R-CRC-Karten-Verfahren mit relationaler Erweiterung (Rot markiert). Gelbe Aktivitäten verweisen auf Aktivitäten, bei welchen Eintragungen auf Karten vorzunehmen sind.

3.6.4 Regeln im Rollenspiel des kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahrens

Mit der kontextabhängigen Erweiterung des CRC-Karten-Verfahrens müssen nun *weitere Regeln für Kontexte* eingeführt werden. Die Grundlage für diese Regeln bieten die kontextabhängigen, vorgangsbezogenen Eigenschaften von *Steimann* und *Kühn*⁵.

Allgemein sagen diese (Eigenschaft (22)) aus, dass sich Kontexte, als Träger von Rollen, so wie Objekte verhalten. Damit können die relationalen Regeln auch auf Kontexte als Träger angewandt werden.

Einzig durch die Abhängigkeit Rolle zu ihrem Kontext wird, durch die Eigenschaft (19), das Verfahren um eine neue Regel ergänzt. Diese gibt an, dass Rollen immer in einem Kontext interagieren. Dies wird im R-CRC-Karten-Verfahren durch das Anlegen einer Kontextkarte an eine Rollenkarte dargestellt. Dies erfolgt, wenn eine Rolle eine Aufgabe erfüllen muss, nach der Annahme durch einen Träger. Die nachfolgende Abbildung zeigt hierzu ein Beispiel eines so entstandenen Kartenverbundes.

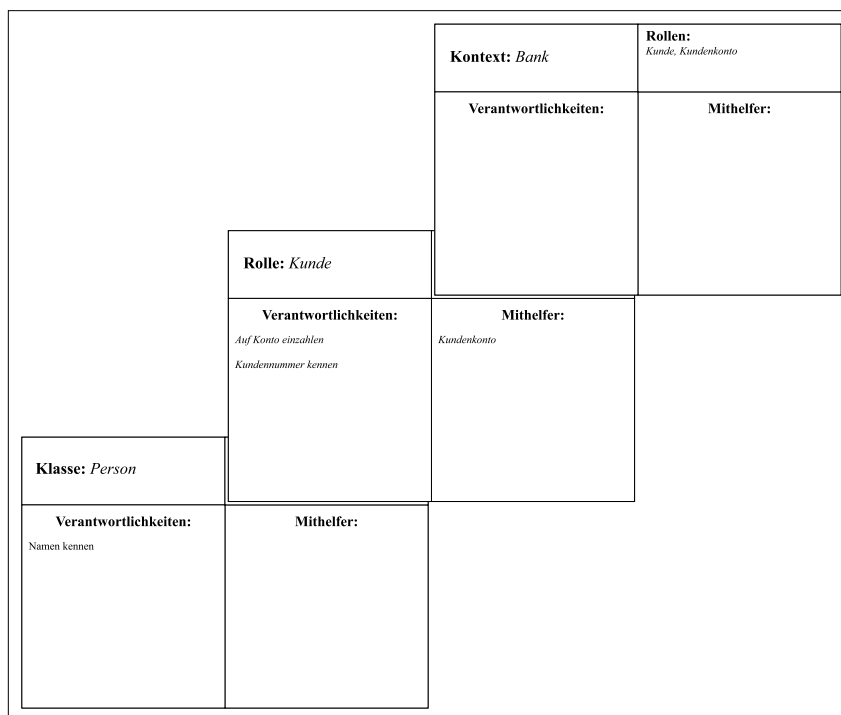


Abbildung 14: Eine *Person* nimmt die Rolle eines *Kunden* an, um auf sein *Kundenkonto* einzuzahlen. Dies geschieht in einer *Bank*. Die Abbildung zeigt einen Kartenverbund aus Rollenkarte (*Kunde*) und ihrem Träger (*Person*) und ihrem Kontext (*Bank*).

⁵ Siehe Kapitel 2.2.3 auf Seite 9

Aus dieser Regel ergeben sich nun noch zwei weitere Regeln, um diese Verbindung nutzen zu können. Eine Rolle kann (kontextspezifische) Unteraufgaben an ihren Kontext weitergeben. Weiterhin kann ein Kontext Unteraufgaben an in ihm interagierende Rollen weitergeben. In beiden Fällen müssen diese, wie in der relationalen Erweiterung, nicht als Mithelfer angegeben werden, da sie entweder schon auf der Karte vermerkt sind oder im selben Kartenverbund erfolgen. Genauere Informationen können später dem Ablaufprotokoll entnommen werden.

Somit ergeben sich die folgende weiterführenden **Regeln** für das kontextabhängige R-CRC-Karten-Verfahren:

- (RK1). Kontexte können auch der Startpunkt eines Szenarios sein.
- (RK2). Kontexte können (letzte) Träger für Rollen sein.
- (RK3). Rollen müssen einen Kontext besitzen.
- (RK4). Kontexte können Unteraufgaben an in ihnen interagierenden Rollen weitergeben.
- (RK5). Rollen können Unteraufgaben an ihre Kontexte weitergeben.

Weiterhin muss im kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahren auch die Regeln zu den aktiven Karten und Kartenverbunden nochmals geändert werden. So können Kontextkarten und Klassenkarten nun aktive Karten sein. Bei Rollenkarten müssen diese zuerst durch einen Träger angenommen werden und danach einen Kontext anlegen bekommen. Dies erstellt einen aktiven Kartenverbund. Wenn eine Rolle Unteraufgaben an ihren Träger oder Kontext weitergibt, wird der aktive Kartenverbund nicht gewechselt. Nur bei Mithelfern außerhalb des aktiven Kartenverbundes wird eine neue aktive Karte bestimmt.

Bei der Erstellung der ersten Karten aus der Problemstellung, sollten nur Rollenkarten und, wenn gut erkennbar, Kontextkarten erstellt werden. Klassenkarten und zusätzliche Rollen- und Kontextkarten können während des Verfahrens hinzugefügt werden. Sollte, in der Problemstellung, ein Objekt als Rolle erkannt werden, kann diese Fehleinschätzung im Rollenspiel korrigiert werden. Dies geschieht am Besten zum Zeitpunkt der Trägerzuweisung, bei der dieser Fehler entdeckt worden ist. Auch in dieser Erweiterung kann die Erstellung der Karten über die *Substantiv-Methode* erfolgen, welche so abgeändert wird, dass bei Nicht-Attribut-Substantiven gefragt wird: "Gehören sie zu einem Kontext?". Falls die Frage bejaht wird ist das Substantiv eine Rolle, ansonsten ein Objekt. Auch Kontexte können über diese Frage erkannt werden.

Nachfolgend werden, analog des relationalen Verfahrens, die Aktivitätsdiagramme des kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahrens dargestellt.

3 Entwicklung des rollenerweiterten R-CRC-Karten-Verfahrens

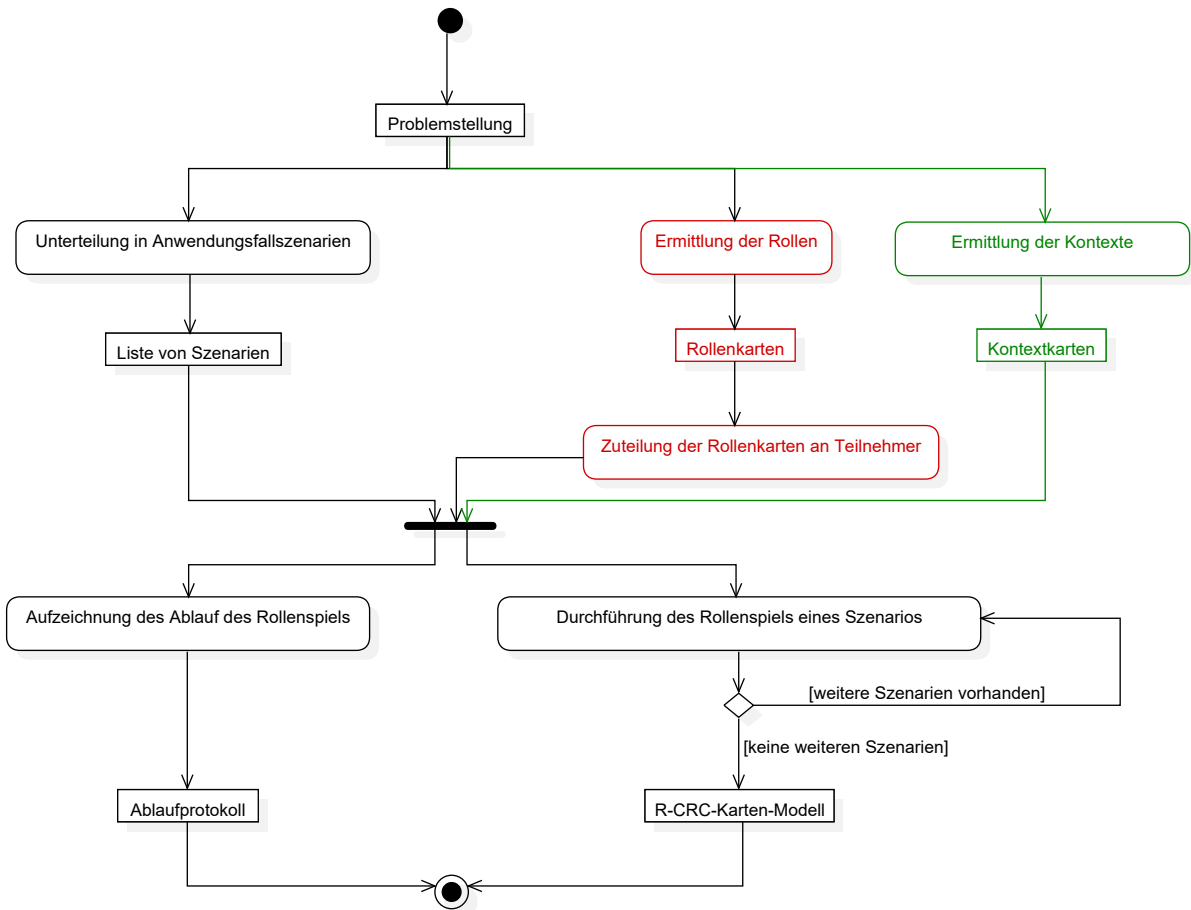


Abbildung 15: Aktivitätsdiagramm des kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahrens

3 Entwicklung des rollenerweiterten R-CRC-Karten-Verfahrens

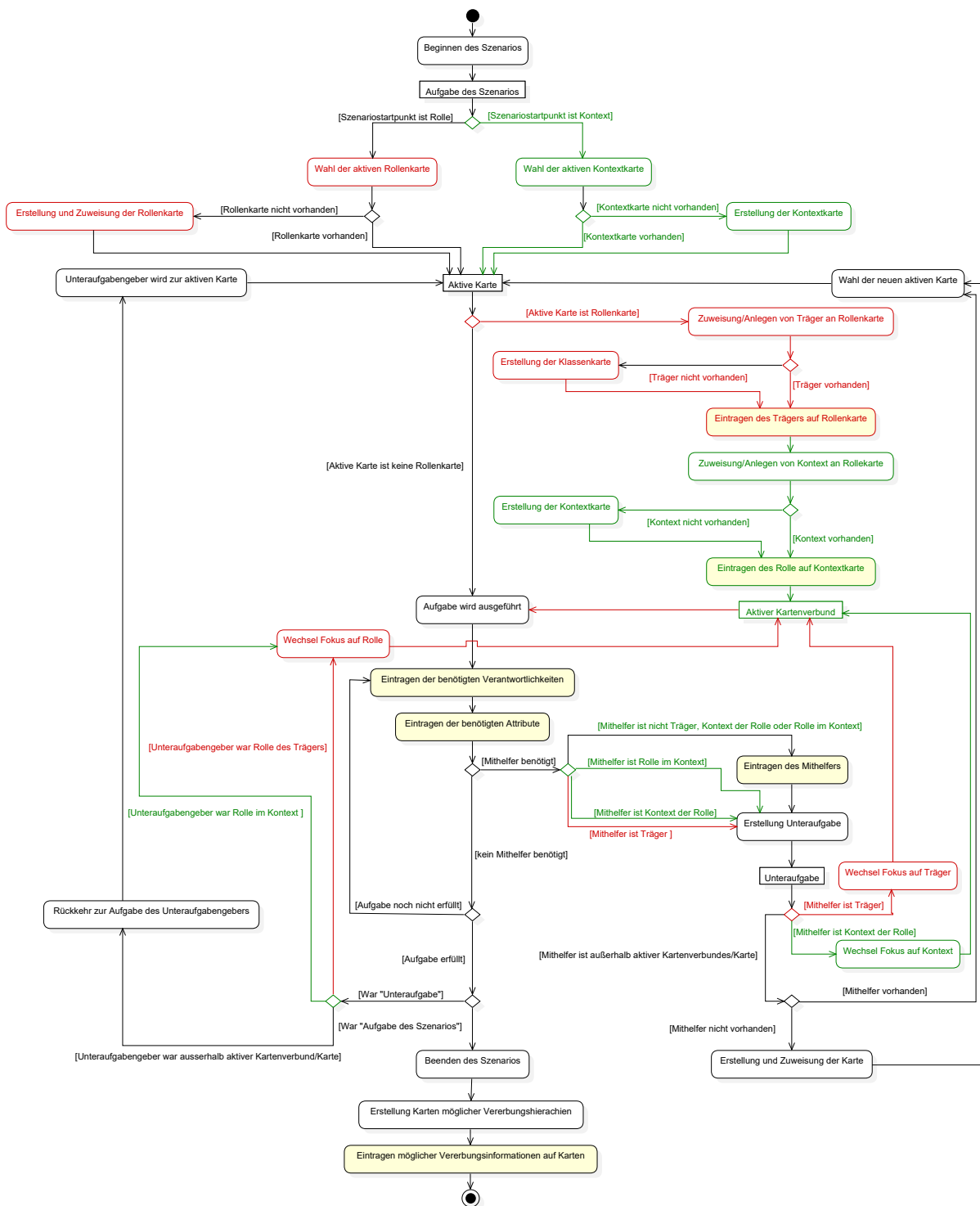


Abbildung 17: Aktivitätsdiagramm des verfeinerten Ablaufes eines Szenarios im R-CRC-Karten-Verfahren mit kontextabhängiger Erweiterung (Grün markiert). Gelbe Aktivitäten verweisen auf Aktivitäten, bei welchen Eintragungen auf Karten vorzunehmen sind.

3.7 Mögliche Einsatzvarianten des R-CRC-Karten-Verfahrens

Das R-CRC-Karten-Verfahren ist modular aufgebaut, um eine Vielzahl von möglichen Unterverfahren zu unterstützen. Diese Vielseitigkeit sollte genutzt werden, um das Verfahren an die Gegebenheiten der Schulung und Analyse anpassen zu können.

Auch ist es möglich, die Verfahren aufeinander aufbauen zu lassen. So kann zuerst das *RRC-Karten-Verfahren* verwendet werden, um die Rolleninteraktionen zu analysieren. Danach wird das *relationale R-CRC-Karten-Verfahren* benutzt, um Trägerinformationen zu ergänzen und schließlich das *komplette Verfahren*, um dem R-CRC-Karten-Modell die Kontexte hinzuzufügen.

3.7.1 Relationales R-CRC-Karten-Verfahren

Das **relationale R-CRC-Karten-Verfahren** ist ein Verfahren bei dem nur die relationale Natur der Rollen betrachtet wird und die Kontextabhängigkeit von Rollen entfällt. Dabei wird nur der allgemeine Teil und die erste relationale Erweiterung des R-CRC-Karten-Verfahrens benutzt.

Dieses Verfahren kann verwendet werden, wenn eine Kontextabhängigkeit in der Analyse nicht benötigt wird. Dies kann der Fall sein, wenn zuerst nur ein Überblick über die Rolleninteraktion benötigt wird oder das angestrebte rollenbasierte Modell nur relationale Elemente enthält. Einen größeren Nutzen hat dieses Verfahren jedoch in der Lehre, wo es zur erstmaligen Einführung von rollenbasierten Konzepten benutzt werden kann, ohne die Lernenden mit den Prinzip des Kontextes zu überfordern.

Im Verfahren werden die *Klassen-* und *Rollenkarten* verwendet. Der Ablauf des Verfahrens wird in den Kapiteln 3.6.1, 3.6.2 und 3.6.3 beschrieben. Wobei sich die Kapitel 3.6.1 und 3.6.2 mit den allgemeinen Ablauf und Regeln des R-CRC-Karten-Verfahrens beschäftigen. Das Kapitel 3.6.3 enthält den Ablauf und die Regeln der Erweiterung um relationale Rollen. Einen Überblick über den genauen *Ablauf des Verfahrens* liefern hierzu die Aktivitätsdiagramme der Abbildungen 11, 12 und 13. Um den Ablauf durchzuführen, werden im einzelnen die *Regeln* (RA1) bis (RA5) des allgemeinen R-CRC-Karte Verfahrens und (RR1) bis (RR4) der ersten relationalen Erweiterung angewendet.

3.7.2 Komplettes R-CRC-Karten-Verfahren

Das **komplette R-CRC-Karten-Verfahren** oder kontextabhängiges R-CRC-Karten-Verfahren, betrachtet die gesamte Natur der Rollen. Somit bildet es die relationale und kontextabhängige Seite von Rollen ab. Hierzu wird der allgemeine Teil, die erste relationale und die zweite kontextabhängige Erweiterung des R-CRC-Karten-Verfahrens genutzt.

Dieses Verfahren kann genutzt werden, wenn das gesamte Konzept der Rollen in der Analyse benötigt wird. Dies kann durch ein angestrebtes Zielmodell der Fall sein, welches beide Naturen der Rollen abbildet. In der Lehre kann dieses Verfahren im zweiten Schritt der Unterweisung verwendet werden, um den Lernenden nach dem relationalen Konzept der Rollen auch das kontextabhängige Konzept beizubringen.

Im Verfahren werden die *Klassen-*, *Rollen-* und *Kontextkarten* verwendet. Der Ablauf des Verfahrens wird in den Kapiteln 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3 und 3.6.4 beschrieben. Wobei sich die Kapitel 3.6.1 und 3.6.2 mit den allgemeinen Ablauf und Regeln des R-CRC-Karten-Verfahrens beschäftigen. Das Kapitel 3.6.3 enthält den Ablauf und die Regeln der Erweiterung um relationale Rollen und das Kapitel 3.6.4 die der Erweiterung um Kontexte. Einen Überblick über den *Ablauf dieses Verfahrens* liefern hierzu die Aktivitätsdiagramme der Abbildungen 15, 16 und 17. Um den Ablauf durchzuführen, werden im einzelnen die *Regeln* (RA1) bis (RA5) des allgemeinen R-CRC-Karte-Verfahrens, (RR1) bis (RR4) der ersten relationalen Erweiterung und (RK1) bis (RK5) der zweiten kontextabhängigen Erweiterung angewendet.

3.7.3 RRC-Karten-Verfahren

Zur Vervollständigung wird an dieser Stelle nochmals das **RRC-Karten-Verfahren** von Kendall [13] angesprochen⁶. Dieses Verfahren befasst sich nur mit der Interaktion von Rollen untereinander und geht nicht auf die Träger und Kontexte der Rollen ein. Dieses Verfahren kann genutzt werden, um in der Analyse zunächst nur die Interaktion von Rollen zu erfassen. Auch kann es in der Lehre verwendet werden, um einen noch einfacheren Einstieg in die rollenbasierten Konzepte zu ermöglichen, als durch das relationale R-CRC-Karten-Verfahren möglich ist.

Das RRC-Karten-Verfahren kann dabei durch das R-CRC-Karten-Verfahren simuliert werden. Dazu wird der allgemeine Teil des R-CRC-Karten-Verfahrens und, mit Einschränkungen, die erste relationale Erweiterung benutzt.

Das Verfahren verwendet nur die *Rollen-Karten*. Der Ablauf erfolgt dabei, wie in den Kapiteln 3.6.1 und 3.6.2 angegebenen allgemeinen Teil des R-CRC-Karten-Verfahrens beschrieben, wobei werden die *Regeln* (RA1) bis (RA5) eingehalten werden. Aus den Kapitel 3.6.3 der relationalen Erweiterung wird nur die Regel (RR1) übernommen. Zum *Überblick des Verfahrens* können die Aktivitätsdiagramme der Abbildungen 7, 8 und 9 des allgemeinen Verfahrens verwendet werden. Um diese Aktivitätsdiagramme zu nutzen, müssen nur alle Nennungen des Begriffes "Karten" durch den Begriff "Rollenkarten" ersetzt werden.

⁶ Siehe Kapitel 1.2.2 auf Seite 2

4 Testfälle zur Wertung des R-CRC-Karten-Verfahrens

Um das entwickelte R-CRC-Karten-Verfahren zu bewerten, wurden drei *Testfälle* entwickelt. Diese sollen das Verfahren in Situationen in der Lehre, sowie in der Analyse beschreiben. Alle Testfälle wurden mittels einer Gruppe von vier Testpersonen durchgeführt.

4.1 Testfall 1: Geschäftsablauf innerhalb eines Einzelhandelsunternehmens

4.1.1 Aufgabenstellung

Bei diesem Testfall wurde die folgende Aufgabenstellung bearbeitet. Bei dem Verfahren wurde je ein Rollenspiels für drei mögliche Szenarien durchgeführt.

Problemstellung:

Ein Einzelhandelsunternehmen verkauft verschieden Geschäftsgüter an Kunden. Diese Kunden können entweder andere Unternehmen oder Privatpersonen sein und können diese Güter jederzeit kaufen oder mittels ihrer Kundennummer und Namen bestellen. Der Verkaufsprozess wird durch Verkäufer betreut, welche auch die Geschäftsgüter verwalten. Diese Güter können Dienstleistungen oder Produkte sein. Weiterhin gibt es einen Lieferanten, welcher die Güter bei Bedarf an das Unternehmen liefert.

Szenario 1:

Ein Privatperson kauft erfolgreich eine Dienstleistung.

Szenario 2:

Ein Verkäufer bemerkt eine Knappheit an einem Produkt und bestellt es nach. Der Lieferant liefert.

Szenario 3:

Ein Unternehmen bestellt erfolgreich ein Produkt.

4.1.2 Zielstellung und Durchführung

Bei diesem Testfall wurde nur das **relationale R-CRC-Karten-Verfahren**¹ verwendet. Es sollte eine Situation nachstellen werden, bei der, in der *Lehre*, der Lehrende versucht den Lernenden zunächst die Grundlagen des rollenbasierten Denkens bzw. des rollenbasierten Modellierens beizubringen. Dies bedeutet zunächst nur, die relationale und noch nicht die kontextabhängige Rollennatur zu betrachten. Am Ende des Verfahrens sollte ein *R-CRC-Karten-Modell* und ein *Ablaufprotokoll* vorliegen.

Der Testfall wurde mit einer Gruppe von vier Teilnehmern durchgeführt. Dabei wurde darauf geachtet, dass diese möglichst unterschiedliche Vorkenntnisse zum Thema CRC-Karten und rollenbasierter Modellierung besitzen. Die Position des Lehrenden wurde vom Verfasser dieser Arbeit eingenommen. Die Gruppe wurde vor der Durchführung in den nötigen Begriffen des relationalen rollenbasierten Konzeptes und den Grundlagen des R-CRC-Karten-Verfahrens eingewiesen.

Zu Beginn des Verfahrens wurden zunächst mögliche Rollen aus der Problemstellung entnommen. Dazu wurde die *Substantiv-Methode* und zusätzlich eine Betrachtung, ob die Elemente nur in bestimmten Kontexten existieren, benutzt. Die Rollenkarten wurden je einem Teilnehmer zugeordnet, welcher diese Rolle symbolisierte. Es wurde entschieden, dass Klassenkarten auf einen Stapel gelegt und je nach Bedarf von anderen Teilnehmern angenommen werden konnten. Es wurden Karteikarten einer Farbe genutzt, um alle Kartentypen darzustellen.

4.1.3 Ermittlung der Ergebnisse

Neben dem erhaltenen R-CRC-Karten-Modell und dem Ablaufprotokoll wurde den Gruppenmitgliedern ein Fragebogen vorgelegt. Dieser besteht aus einem Teil A, welcher die lehrbezogenen Erfolge der Testfalldurchführung auswerten soll und einem Teil B, welcher Auskunft über das Verfahren und die relationalen R-CRC-Karten selbst liefern soll.

Nachfolgend sind der Fragebogen und eine Erklärung zu den einzelnen Fragen abgebildet. Dabei sollen die Antworten bei den Fragen (T1A1) bis (T1A5) und (T1B1) bis (T1B7) mittels der Skala 1 (schlecht) bis 10 (gut) beantwortet werden. Bei den Fragen (T1A6), (T1A7) und (T1B8) sollten Stichpunkte abgegeben werden.

Fragebogen zum ersten Testfall:

Teil A: Fragen zur Lehrfähigkeit des relationalen R-CRC-Karten-Verfahrens

Dieser Teil des Fragebogens beschäftigt sich mit der Verwendbarkeit des relationalen R-CRC-Karten-Verfahrens in der Lehre.

T1A1: Vorkenntnisse zum CRC-Karten-Verfahren

Hierbei sollen eventuelle Vorkenntnisse zum CRC-Karten-Verfahren abgefragt werden. Diese sollen als Grundlage für die Einschätzung der Verwendbarkeit des R-CRC-Karten-Verfahrens dienen.

¹ Siehe Kapitel 3.7.1 auf Seite 43

T1A2: Vorkenntnisse in der Modellierung

Die Abfrage von Vorkenntnisse der Modellierung soll den Grad der Vertrautheit mit dem allgemeinen Thema anzeigen, um die Testpersonen im Bezug auf ihre Erfahrung zu kategorisieren.

T1A3: Vorkenntnisse zu relationalen rollenbasierten Modellen

Diese Frage soll die Vorkenntnisse in der rollenbasierten Modellierung abfragen. Dieser Wert soll dabei die Grundlage für die Messung des Erfolges des R-CRC-Karten-Verfahrens in der Lehre von rollenbasierten Konzepten bilden.

T1A4: Verständnis des relationalen R-CRC-Karten-Verfahren nach Durchführung

Diese Frage soll die Verwendbarkeit des R-CRC-Karten-Verfahrens bewerten. Er soll angeben wie gut das Verfahren verstanden werden konnte.

T1A5: Verständnis von relationalen rollenbasierten Modellen nach Durchführung

Der aus dieser Frage erhaltene Wert soll die Verbesserung des Verständnisses der rollenbasierten Konzepte darstellen. Er bildet somit den Erfolg des R-CRC-Karten-Verfahrens in der Lehre ab.

T1A6: Wie gut ist das Verfahren, ihrer Meinung nach, geeignet um in das Gebiet der relationalen rollenbasierten Modellierung einzuführen und erste Erfahrungen zu erlangen?

Diese Frage soll herausfinden, wie das relationale R-CRC-Karten-Verfahren, von den Teilnehmern, als Lehrmethode für rollenbasierte Konzepte angenommen wird.

T1A7: Welche Schwachstellen (Kritikpunkte) oder Vorzüge sind ihnen, in Verbindung mit dem Thema Lehre, besonders aufgefallen?

Diese Frage soll hauptsächlich Kritikpunkte von einer neutralen, äußeren Sicht abfragen, welche zur Verbesserung des Verfahrens verwendet werden können.

Teil B. Fragen zum relationalen R-CRC-Karten-Verfahren

In diesem Teil sollen die Verwendbarkeit des Verfahrens und der Karten selbst abgefragt werden.

T1B1: Wie würden sie das Verfahren insgesamt bewerten?

Diese Frage soll den Gesamteindruck des Verfahrens ermitteln.

T1B2: Wie gut würden sie den Spielfluss des Verfahrens bewerten?

Hierbei soll der Ablauf des Verfahrens bewertet werden. Hierzu gehört besonders die Verwendung des aktiven Kartenverbundes und dem Wechsel zu anderen aktiven Karten/Kartenverbunden, aber auch der allgemeine Ablauf des Rollenspieles.

T1B3: Wie bewerten sie die Karten selbst (Design/Übersichtlichkeit/Verwendbarkeit)?

Die Frage (T1B3) soll die Karten selbst bewerten. Dazu zählt das Gesamtdesign, welches ähnlich der CRC-Karten ist. Weiterhin wird die Übersichtlichkeit der Karten und deren Bereiche bewertet. Als letztes wird bewertet, ob die Bereiche der Karte so eingeteilt sind, dass in den Situationen des Rollenspiels wichtige Informationen immer leicht verfügbar und/oder einsehbar sind.

T1B4: Wie gut würden sie die Verwendbarkeit der Karten im Verfahrens bewerten?

Hier wird die Verwendbarkeit der Karten im Verfahren selbst bewertet. Beispiele dafür sind unter anderem die Verwendung der Karten im Kartenverbund und die Notwendigkeit des Umdrehens der Karten.

T1B5: Wie gut lässt sich, ihrer Meinung nach, ein rollenbasiertes Modell durch das Verfahren darstellen?

Diese Frage soll beantworten, ob das erhaltenen R-CRC-Karten-Modell und das Ablaufprotokoll zum erstellen/darstellen eines rollenbasierten Modells geeignet sind.

T1B6: Wie gut ist die Übersichtlichkeit des Modells/der Modellelemente während des Verfahrens?

Hierbei soll angegeben werden, wie übersichtlich das Rollenspiel und das Modell, zu den einzelnen Zeitpunkten, angesehen wurden.

T1B7: Wie gut schneidet das Verfahren in der rollenbasierten Modellierung im Vergleich zum klassischen CRC-Karten-Verfahren in der objektorientierten Modellierung ab?

Das Ergebnis dieser Frage soll angeben, wie das relationale R-CRC-Karten-Verfahren im Vergleich zum klassischen CRC-Karten-Verfahren bewertet wurde.

T1B8: Welche Schwachstellen (Kritikpunkte) oder Vorzüge sind ihnen bei diesem Verfahren besonders aufgefallen?

Diese Frage soll hauptsächlich Kritikpunkte von einer neutralen, äußeren Sicht abfragen, welche zur Verbesserung des Verfahrens verwendet werden können.

4.2 Testfall 2: Transaktionen innerhalb einer Bank

4.2.1 Aufgabenstellung

Bei diesem Testfall wurde die folgende Aufgabenstellung bearbeitet. Bei dem Verfahren wurde je ein Rollenspiels für drei mögliche Szenarien durchgeführt. Dieser Testfall wurde teilweise aus einem Beispiel einer Veröffentlichung von Thomas Kühn entwickelt [2].

Problemstellung:

In einer Bank können Transaktionen zwischen Girokonten durchgeführt werden. Diese besitzen ein Quell- und ein Zielkonto, zwischen denen der Geldbetrag übertragen wird. Dazu gibt ein Bankkunde eine Transaktion in das System der Bank ein. Diese prüft ob der Kunde auch Kunde der Bank (Name + Kundennummer) ist und ihm das Quellkonto gehört. Zu bestimmten Zeiten wird die Bank die Transaktion durchführen und danach archivieren.

Szenario 1:

Ein Kunde stellt eine Transaktion ein und besteht die Überprüfung.

Szenario 2:

Die Bank führt ihre Transaktionen erfolgreich aus. Es ist eine Transaktion vorhanden.

Szenario 3:

Eine archivierte Transaktion wird von der Bank zurückgebucht.

4.2.2 Zielstellung und Durchführung

Dieser Testfall soll eine weitere Situation in der *Lehre* darstellen. In dieser soll nach Durchführung des relationalen R-CRC-Karten-Verfahrens, den Lernenden auch die kontextabhängige Natur der Rollen nahe gebracht werden. Dazu wird in diesem Testfall das **kontextabhängige R-CRC-Karten Verfahren**² verwendet. Dies schildert den Fall, dass in der Lehre die rollenbasierte Modellierung in zwei Schritten gelehrt wird. Zuerst, als Grundlage, nur die relationale Natur der Rollen und im zweiten Schritt die komplexere kontextabhängige Natur der Rollen.

Der Testfall wurde mit einer Gruppe von vier Teilnehmern durchgeführt. Die Teilnehmer sind dabei die gleichen Personen, welche zuvor den ersten Testfall absolviert haben. Somit ist das Szenario, welches der zweite Testfall vorgibt erfüllt. Die Position des Lehrenden wurde vom Verfasser dieser Arbeit eingenommen. Die Gruppe wurde vor der Durchführung in den nötigen Begriffen des kontextabhängigen rollenbasierten Konzeptes und den Grundlagen des kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahrens eingewiesen.

Zu Beginn des Verfahrens wurden zunächst mögliche Rollen und Kontexte aus der Problemstellung entnommen. Dazu wurde die Substantiv-Methode und zusätzlich eine Betrachtung, ob die Elemente zu bestimmten Kontexten gehören, benutzt. Die Rollenkarten wurden je einem Teilnehmer zugeordnet, welcher diese Rolle symbolisierte. Es wurde entschieden, dass Klassenkarten und Kontextkarten auf einen Stapel gelegt und je nach Bedarf von anderen Teilnehmern angenommen werden konnten. Es wurden Karteikarten einer Farbe genutzt um alle Kartentypen darzustellen.

² Siehe Kapitel 3.7.2 auf Seite 43

4.2.3 Ermittlung der Ergebnisse

Neben dem erhaltenen R-CRC-Karten-Modell und dem Ablaufprotokoll wurde den Gruppenmitgliedern ein Fragebogen vorgelegt. Dieser besteht aus einem Teil A, welcher die lehrbezogenen Erfolge der Testfalldurchführung auswerten soll und einem Teil B, welcher Auskunft über das Verfahren und die kontextabhängigen R-CRC-Karten selbst liefern soll. Dabei sollten die Fragen nach den Vorkenntnissen sich auf die Vorkenntnisse vor allen Testfällen beziehen und nicht auf die Vorkenntnisse nach dem ersten Testfall.

Nachfolgend sind der Fragebogen und eine Erklärung zu den einzelnen Fragen abgebildet. Dabei sollen die Antworten bei den Fragen (T2A1) bis (T2A5) und (T2B1) bis (T2B7) mittels der Skala 1 (schlecht) bis 10 (gut) beantwortet werden. Die Fragen (T2A6) bis (T2A8) und (T2B8) sollen in Stichpunkte beantwortet werden.

Fragebogen zum zweiten Testfall:

Teil A: Fragen zur Lehrfähigkeit des kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahrens

Dieser Teil des Fragebogens beschäftigt sich mit der Verwendbarkeit des kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahrens in der Lehre.

T2A1: Vorkenntnisse zum CRC-Karten-Verfahren

Hierbei sollen eventuelle Vorkenntnisse zum CRC-Karten-Verfahren abgefragt werden. Diese sollen als Grundlage für die Einschätzung der Verwendbarkeit des R-CRC-Karten-Verfahrens dienen.

T2A2: Vorkenntnisse in der Modellierung

Die Abfrage von Vorkenntnisse der Modellierung soll den Grad der Vertrautheit mit dem allgemeinen Thema anzeigen, um die Testpersonen im Bezug auf ihre Erfahrung zu kategorisieren.

T2A3: Vorkenntnisse zu kontextabhängigen rollenbasierten Modellen

Diese Frage soll die Vorkenntnisse in der rollenbasierten Modellierung abfragen. Dieser Wert soll dabei die Grundlage für die Messung des Erfolges des R-CRC-Karten-Verfahrens in der Lehre von rollenbasierten Konzepten bilden.

T2A4: Verständnis des kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahren nach Durchführung

Diese Frage soll die Verwendbarkeit des R-CRC-Karten-Verfahrens bewerten. Er soll angeben wie gut das Verfahren verstanden werden konnte.

T2A5: Verständnis von kontextabhängigen rollenbasierten Modellen nach Durchführung

Der aus dieser Frage erhaltene Wert soll die Verbesserung des Verständnisses der rollenbasierten Konzepte darstellen. Er bildet somit den Erfolg des R-CRC-Karten-Verfahrens in der Lehre ab.

T2A6: Wie hat ihnen die spätere Einführung der Kontexte beim Verständnis geholfen? Wie hätte sich eine sofortige Einführung ausgewirkt?

Hiermit soll ermittelt werden, ob die Trennung von relationalen und kontextabhängigen Rollenkonzepten in der Lehre einen Vorteil mit sich bringt.

T2A7: Wie gut ist das Verfahren, ihrer Meinung nach, geeignet um in das Gebiet der kontextabhängigen rollenbasierten Modellierung einzuführen und erste Erfahrungen zu erlangen?

Diese Frage soll herausfinden, wie das kontextabhängige R-CRC-Karten-Verfahren als Lehrmethode für rollenbasierte Konzepte angenommen wird.

T2A8: Welche Schwachstellen (Kritikpunkte) oder Vorzüge sind Ihnen, in Verbindung mit dem Thema Lehre, besonders aufgefallen?

Diese Frage soll hauptsächlich Kritikpunkte von einer neutralen, äußeren Sicht abfragen, welche zur Verbesserung des Verfahrens verwendet werden können.

Teil B. Fragen zum kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahren

In diesem Teil sollen die Verwendbarkeit des Verfahrens und der Karten selbst abgefragt werden.

T2B1: Wie würden Sie das Verfahren insgesamt bewerten?

Diese Frage soll den Gesamteindruck des Verfahrens ermitteln.

T2B2: Wie gut würden Sie den Spielfluss des Verfahrens bewerten?

Hierbei soll der Ablauf des Verfahrens bewertet werden. Hierzu gehört besonders die Verwendung des aktiven Kartenverbundes und dem Wechsel zu anderen aktiven Karten/Kartenverbunden, aber auch der allgemeine Ablauf des Rollenspiels.

T2B3: Wie bewerten Sie die Karten selbst (Design/Übersichtlichkeit/Verwendbarkeit)?

Die Frage (T2B3) soll die Karten selbst bewerten. Dazu zählt das Gesamtdesign, welches ähnlich der CRC-Karten ist. Weiterhin wird die Übersichtlichkeit der Karten und deren Bereiche bewertet. Als letztes wird bewertet, ob die Bereiche der Karte so eingeteilt sind, dass in den Situationen des Rollenspiels wichtige Informationen immer leicht verfügbar und/oder einsehbar sind.

T2B4: Wie gut würden Sie die Verwendbarkeit der (Kontext-)Karten im Verfahren bewerten?

Hier wird die Verwendbarkeit der Karten im Verfahren selbst bewertet. Beispiele dafür sind unter anderem die Verwendung der Karten im Kartenverbund und die Notwendigkeit des Umdrehens der Karten.

T2B5: Wie gut lässt sich, Ihrer Meinung nach, ein rollenbasiertes Modell durch das Verfahren darstellen?

Diese Frage soll beantworten, ob das erhaltene R-CRC-Karten-Modell und das Ablaufprotokoll zum Erstellen/Darstellen eines rollenbasierten Modells geeignet sind.

T2B6: Wie gut ist die Übersichtlichkeit des Modells/der Modellelemente während des Verfahrens?

Hierbei soll angegeben werden, wie übersichtlich das Rollenspiel und das Modell zu den einzelnen Zeitpunkten angesehen wurden.

T2B7: Wie gut schneidet das Verfahren in der rollenbasierten Modellierung im Vergleich zum klassischen CRC-Karten-Verfahren in der objektorientierten Modellierung ab?

Das Ergebnis dieser Frage soll angeben, wie das kontextabhängige R-CRC-Karten-Verfahren im Vergleich zum klassischen CRC-Karten-Verfahren bewertet wurde.

T2B8: Welche Schwachstellen (Kritikpunkte) oder Vorzüge sind Ihnen bei diesem Verfahren besonders aufgefallen?

Diese Frage soll hauptsächlich Kritikpunkte von einer neutralen, äußeren Sicht abfragen, welche zur Verbesserung des Verfahrens verwendet werden können.

4.3 Testfall 3: Softwareunternehmen

4.3.1 Aufgabenstellung

Bei diesem Testfall wurde die folgende Aufgabenstellung bearbeitet. Bei dem Verfahren wurde je ein Rollenspiels für vier mögliche Szenarien durchgeführt.

Problemstellung:

Ein Softwareunternehmen ist in verschiedene Teams unterteilt. Es besitzt ein Serviceteam, welches Kundenwünsche entgegennimmt und fertige Produkte gegen Lieferbestätigung ausliefern. Mehrere Produktionsteams, welche ein zugewiesenes Produkt entwickeln und ein QA-Team, welches ein zugewiesenes Produkt überprüft und als fertigen Produkte (mit Zeitstempel) freigibt. Die Teams haben je einen Teamleiter und, wenn nötig, mehrere normale Mitglieder. Der Teamleiter verteilt zuerst die Aufgaben und die normalen Mitglieder bearbeiten diese. Die Aufgaben werden dabei aus dem Aufgabenpool des Produktes entnommen, welcher, bei Annahme des Produktes, vom Teamleiter des aktuellen Teams erstellt wird. Wenn alle Aufgaben eines Produktes erledigt sind wird das Produkt, nach Prüfung durch den Leiter, an das nächste Team weitergereicht.

Szenario 1:

Ein Kunde stellt einen Auftrag an das Serviceteam, welches daraus ein Produkt erstellt.

Szenario 2:

Ein Produktionsteam erhält ein Produkt vom Serviceteam und entwickelt es.

Szenario 3:

Das QA-Team überprüft ein Produkt und gibt es frei.

Szenario 4:

Das Serviceteam liefert ein fertiges Produkt aus.

4.3.2 Zielstellung und Durchführung

Der vorliegende Testfall soll, um alle Einsatzzwecke des Verfahrens abzudecken, nun die Situation darstellen, dass ein umfassenderes Problem (10 - 20 Karten) analysiert werden soll. Dabei muss ein Team, welches in die Konzepte der rollenbasierten Modellierung eingearbeitet ist, eine größere Problemstellung analysieren. Dazu wird das **kontextabhängige R-CRC-Karten-Verfahren**³ verwendet. Dies soll die Verwendung des R-CRC-Karten-Verfahrens als *Analysemethode* nachbilden.

Der Testfall wurde mit einer Gruppe von vier Teilnehmern durchgeführt. Die Teilnehmer haben dabei die ersten zwei Testfälle abgeschlossen und besitzen dadurch die grundlegenden Fähigkeiten um die Analyse durchführen zu können. Somit ist das Szenario, welches der dritte Testfall vorgibt erfüllt. Die Position des Moderators des Rollenspieles wurde vom Verfasser dieser Arbeit eingenommen und den Teilnehmer wurden die Position der Analysten zugeteilt.

³ Siehe Kapitel 3.7.2 auf Seite 43

Zu Beginn des Verfahrens wurden zunächst mögliche Rollen und Kontexte aus der Problemstellung entnommen. Dazu wurde die Substantiv-Methode und zusätzlich eine Betrachtung, ob die Elemente zu bestimmten Kontexten gehören, benutzt. Die Rollenkarten wurden je einem Teilnehmer zugeordnet, welcher diese Rolle symbolisierte. Es wurde entschieden, dass Klassenkarten und Kontextkarten auf einen Stapel gelegt und je nach Bedarf von anderen Teilnehmern angenommen werden konnten. Für jeden Kartentyp wurden Karteikarten einer anderen Farbe genutzt.

4.3.3 Ermittlung der Ergebnisse

Neben dem erhaltenen R-CRC-Karten-Modell und dem Ablaufprotokoll wurde den Gruppenmitgliedern ein Fragebogen vorgelegt. Dieser besteht aus einem Teil A, welcher Fragen zur Verwendbarkeit des Verfahrens in der Analyse beinhaltet.

Nachfolgend sind der Fragebogen und eine Erklärung zu den einzelnen Fragen abgebildet. Dabei sollen die Antworten bei den Fragen (T3A1) und (T3A3) mittels der Skala 1 (schlecht) bis 10 (gut) beantwortet werden. Zusätzlich sollten zu allen Fragen Antworten in Form von Stichpunkten abgegeben werden.

Fragebogen zum dritten Testfall:

Teil A: Fragen zur Analyse mit dem R-CRC-Karten-Verfahren

Dieser Teil des Fragebogens beschäftigt sich mit der Verwendbarkeit des kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahrens als Analysemethode.

T3A1: Wie gut ist das Verfahren zur Analyse des Problems geeignet gewesen?

Diese Frage soll die Verwendbarkeit des Verfahrens bei der Analyse mittlerer Problemstellungen (Problemstellung des Testfalles) beantworten.

T3A2: Welche Schwachstellen (Kritikpunkte) oder Vorzüge haben sie bei der Analyse mit diesem Verfahren bemerkt?

Diese Frage soll hauptsächlich Kritikpunkte von einer neutralen, äußeren Sicht abfragen, welche zur Verbesserung des Verfahrens als Analysemethode verwendet werden können.

T3A3: Wie gut schätzen sie das Verfahren bei der Analyse größerer Problemstellungen ein?

Hiermit soll ermittelt werden, wie gut das Verfahren bei größeren Problemstellungen skaliert.

T3A4: Welche Allgemeine Anmerkungen haben sie?

Mit dieser Frage wurde um allgemeine Anmerkungen zum Verfahren gebeten.

5 Bewertung des R-CRC-Karten-Verfahrens

5.1 Allgemeine Anmerkungen und Kritiken

In diesem Kapitel werden die in Kapitel 4 beschriebenen Testfälle und die Ergebnisse dieser ausgewertet, um einen Überblick über die Benutzbarkeit des R-CRC-Karten-Verfahrens in der Lehre und in der Analyse zu erhalten. Die **erhaltenen Artefakte** wie *R-CRC-Karten-Modelle*, *Sequenzdiagramme* über den Ablauf der Rollenspiele und die *digitalisierten Fragebögen* in Tabellenform sind dabei, der Übersicht wegen, in den **Anlagen**¹ und dem beiliegenden Datenträger zu finden.

Zuvor müssen jedoch einige **Kritikpunkte** an den Testfällen angesprochen werden.

So wurden die Testfälle je nur einmal mit einer Gruppe von vier Teilnehmern durchgeführt. Dies bedeutet, dass die **Anzahl der Testpersonen** sehr gering ist. Diese Anzahl reicht um einen ersten Überblick über die Stärken und Schwächen des Verfahrens zu erhalten. Für eine genauere Analyse des Verfahrens müssen jedoch noch weitere Testgruppen herangezogen werden. Somit ist anzumerken, dass die hier aufgeführten Ergebnisse nur als grobe Einordnung des Verfahrens verstanden werden sollten.

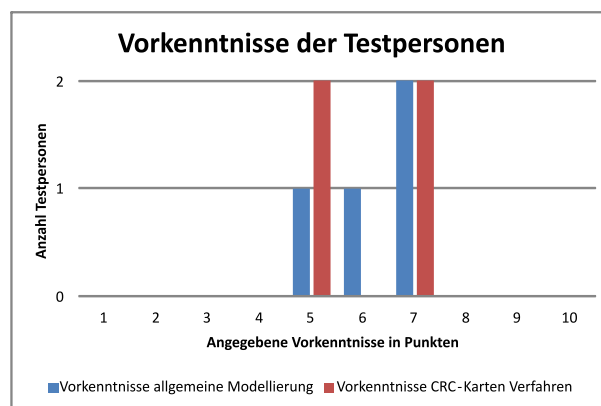


Abbildung 18: Auswertung der Vorkenntnisse der Testpersonen mit der Skala 1 (schlechte Vorkenntnisse) bis 10 (gute Vorkenntnisse)

¹ Siehe Kapitel A auf Seite i

Weiterhin sind die **Vorkenntnisse** der Testpersonen ein weiterer Kritikpunkt. Wie in der Abbildung 18 zu sehen ist, haben alle Testpersonen mindestens neutrale (Skala-Werte 5 und 6) oder gute Vorkenntnisse im Gebiet der Modellierung und mit dem objektorientierten CRC-Karten-Verfahren. Dies schränkt die gewonnenen Ergebnisse somit auf eine Gruppe ein, welche grundsätzliche Erfahrungen in der Softwareentwicklung besitzen. In der Lehre würden die hier aufgeführten Testpersonen Lernende symbolisieren, welche zuerst in eine andere Form der Modellierung, wie die objektorientierte Modellierung, eingeführt wurden. Andere Wissensstände, wie absolute Neulinge oder langjährige Experten auf dem Gebiet der Softwaretechnologie, können durch die erhaltenen Daten nur eingeschränkt betrachtet werden.

5.2 Allgemeine Bewertung des R-CRC-Karten-Verfahrens

In diesem Unterkapitel wird das R-CRC-Karten-Verfahren auf Grundlage der ausgefüllten Fragebögen der Testfallteilnehmer bewertet. Dabei werden jeweils das relationale und das kontextabhängige R-CRC-Karten-Verfahren betrachtet. Die Abbildung 19 zeigt dabei eine Auswertung der einzelnen Fragen je in Form eines Diagramms.

Zuerst wird das Verfahren insgesamt betrachtet. Hier soll der **Gesamteindruck** des Verfahrens von der Problemstellung bis zum entstandenen Modell bewertet werden. Beide R-CRC-Karten-Verfahren werden hierbei, von den Teilnehmern der Testfälle größtenteils als Neutral (Skala-Werte 5 und 6) beschrieben. Somit erfüllen die Verfahren ihre Aufgabe, können aber noch verbessert werden.

Der **Spielfluss** der Verfahren wird von den Teilnehmern als neutral bis gut empfunden. Dies bedeutet, dass das Verfahren ohne größere Unterbrechungen durchgeführt werden kann. Die Bildung der aktiven Kartenverbunde, die Häufigkeit des Umdrehens der Karten und der Wechsel der aktiven Karten/Teilnehmer wirkt sich somit wenig auf den Fluss des Rollenspiels aus. Hierbei ist zu erwähnen, dass das kontextabhängige R-CRC-Karten-Verfahren schlechter abschneidet als das relationale Verfahren. Dies wurde allerdings erwartet, da die zusätzlichen Kontextkarten die Komplexität des Verfahrens erhöhen. Dies kann einen schlechteren Spielfluss verursachen. Trotz dessen ist der Spielfluss des kontextabhängigen Verfahrens im neutralen Bereich und wird somit nicht als zu stockend betrachtet. Insgesamt unterscheiden sich beide Verfahren, beim ungestörten Spielfluss, nur geringfügig.

Des Weiteren wurden nun die **Karten selbst und ihre Verwendung im Rollenspiel** betrachtet. Dabei wurden das Design, die Übersichtlichkeit und die Verwendbarkeit der Karten, beim relationalen, sowie beim kontextabhängigen Verfahren als gut bis sehr gut eingestuft. Somit ist der Gesamteindruck der Karten bei den Testteilnehmern positiv und das gewählte Design der Karten bestätigt. Auch die **Verwendbarkeit der Karten im Rollenspiel** und in den Kartenverbunden wurde positiv bewertet. Somit ergaben sich beim Anlegen der Karten an einen Kartenverbund, beim Wechsel der Kartenverbunde und dem nötigen Umdrehen der Karten, um Informationen auf der Rückseite einzutragen, keine Probleme mit dem Design der Karten. Auch hierbei ist wieder anzumerken, dass das kontextabhängige Verfahren schlechter abgeschlossen hat, als das relationale Verfahren. Dies kann auch hier auf die gesteigerte Komplexität des kontextabhängigen Verfahrens zurückgeführt werden. Der Unterschied ist jedoch gering, wodurch beide Verfahren in diesem Bereich gut abgeschnitten haben.

Auch werden beide Verfahren als gut geeignet empfunden, um am Ende des Verfahrens, durch das R-CRC-Karten-Modell und das Ablaufprotokoll, ein gut verständliches **rollenbasiertes Modell** darzustellen. Somit sind die Verfahren gut geeignet um Problemstellungen in ein leicht verstehbares rollenbasiertes Modell umzuwandeln. Dies ist eine gute Voraussetzung für die Verwendung des Verfahrens in der Analyse und der Lehre. Bei der **Übersichtlichkeit** des Modells muss jedoch zwischen den Verfahren unterschieden werden. Beim relationalen Verfahren konnten die Testteilnehmer gut den Überblick über das entstehende R-CRC-Karten-Modell behalten. Beim kontextabhängigen Verfahren wurde der Überblick jedoch nur neutral eingeschätzt, da auch hier die Kontextkarten eine höhere Komplexität erzeugten. Allgemein kann jedoch gesagt werden, dass beide Verfahren gut dafür geeignet sind, rollenbasierte Modelle zu kreieren und den Teilnehmern des Rollenspiels jederzeit einen mindestens groben Überblick über diese Modelle erlauben.

5 Bewertung des R-CRC-Karten-Verfahrens

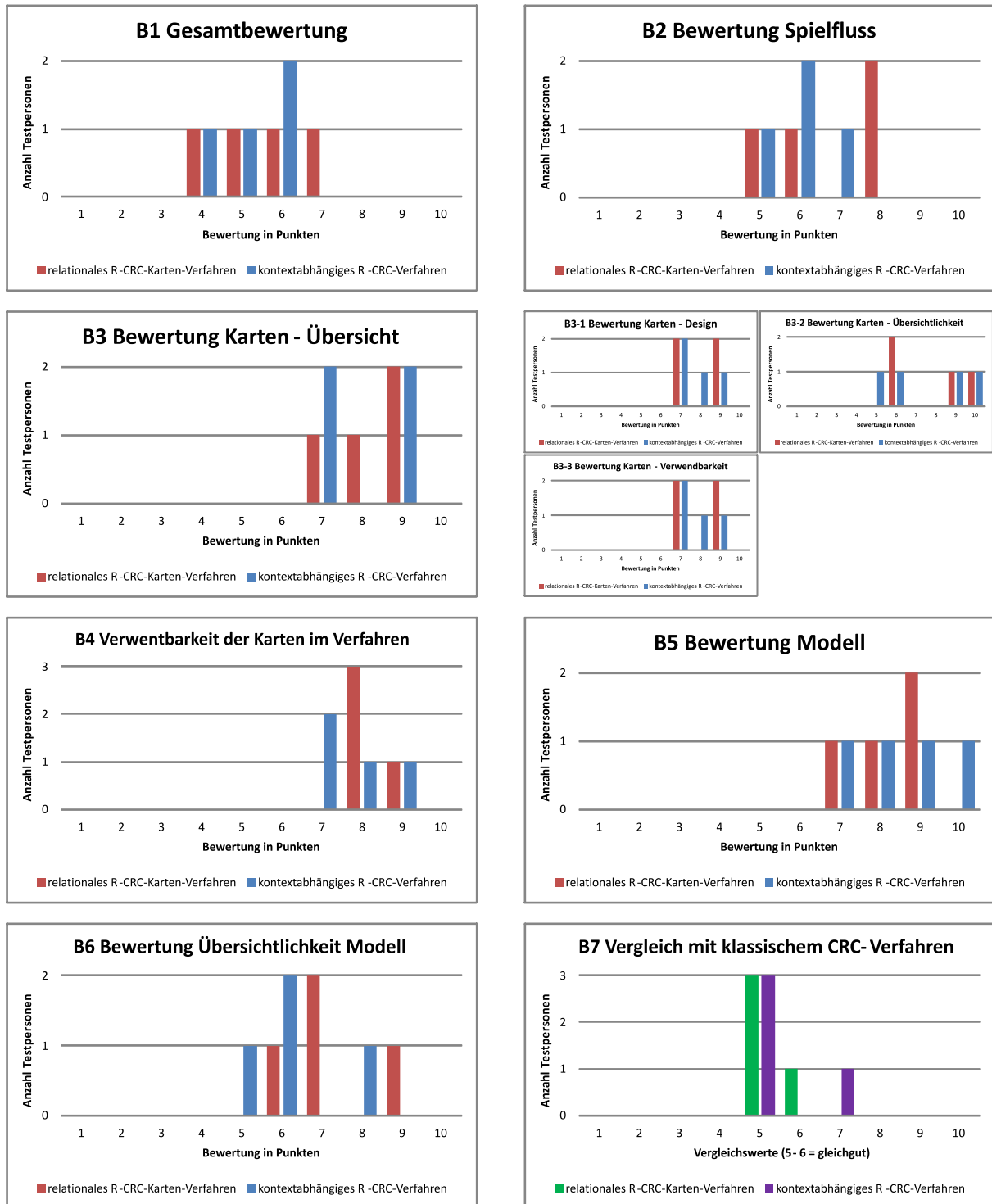


Abbildung 19: Auswertung der einzelnen Fragen zu den R-CRC-Karten-Verfahren (Fragebogen- teil B der Testfälle 1 und 2) mit der Skala 1 (schlecht) bis 10 (gut)

5.2 Allgemeine Bewertung des R-CRC-Karten-Verfahrens

Als letztes sollten die Testteilnehmer das neue rollenbasierte R-CRC-Karten-Verfahren funktionell und ergebnisorientiert **mit dem objektorientierten klassischen CRC-Karten Verfahren vergleichen**. Dabei gaben die Teilnehmer an, dass beide Verfahren gleich gut funktionieren und gleich gute Ergebnisse liefern (Skala-Werte 5 und 6). Somit sehen die Testteilnehmer das R-CRC-Karten-Verfahren in der rollenbasierten Modellierung und das CRC-Karten-Verfahren in der objektorientierten Programmierung als gleichwertig an.

Zum Schluss des Fragebogens konnten die Testteilnehmer **Kritikpunkte** am den Verfahren ansprechen. Hierbei wurden vor allem eine schlechte Skalierung der Übersichtlichkeit und des Zeitbedarfes mit der Größe des Problems angegeben. Weiterhin wird angegeben, dass die Verfahren stark von der Gruppe und dem Moderator abhängig sind, welche das Rollenspiel ausführen. Alle diese Kritikpunkte sind dabei im kontextabhängigen Verfahren stärker vertreten, als im relationalen Verfahren. Diese Kritikpunkte hat das R-CRC-Karten-Verfahren dabei vom klassischen CRC-Karten-Verfahren geerbt, da diese Punkte auch die Hauptkritik an diesem waren. Leider ist es scheinbar bei der Erstellung des R-CRC-Karten-Verfahrens nicht gelungen, diese Kritikpunkte zu verbessern.

In der Abbildung 20 wurden die Ergebnisse für das relationale und das kontextabhängige R-CRC-Karten Verfahren nochmals zusammengefasst und vergleichbar dargestellt. Hierbei ist zu erkennen, dass die beiden Verfahren insgesamt gut von den Testteilnehmern aufgenommen wurden und ihre Aufgaben aus Sicht dieser gut erfüllen. Auch ist ersichtlich, dass sich beide Verfahren qualitativ sehr nahe zueinander befinden, wobei das relationale Verfahren, durch seine geringere Komplexität, allgemein geringfügig besser bewertet wurde.

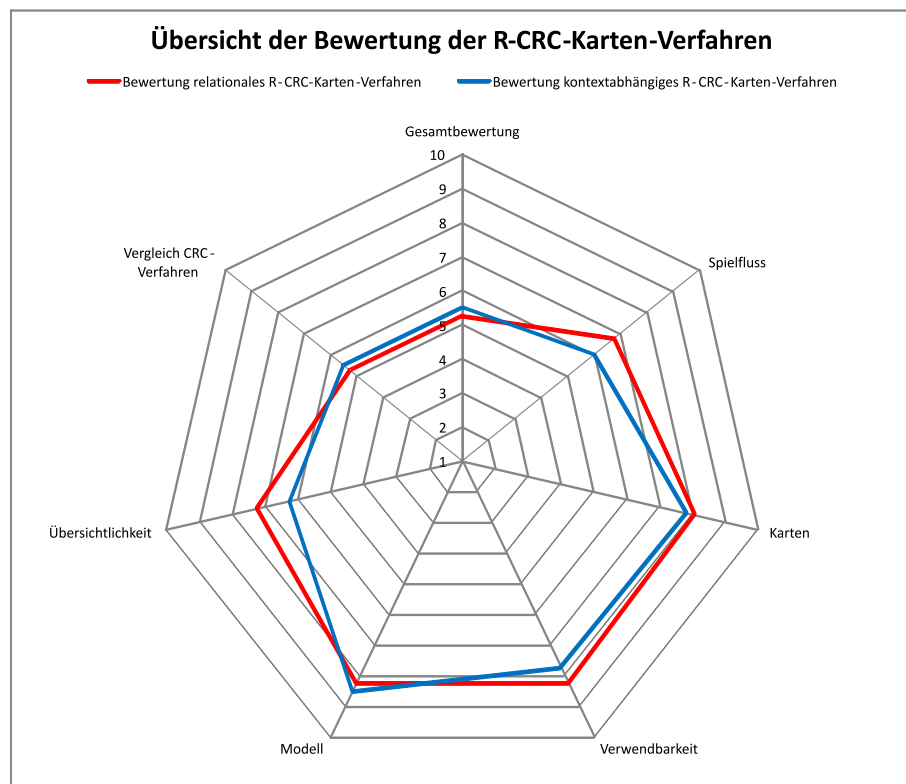


Abbildung 20: Überblick der Bewertung der R-CRC-Karten-Verfahren mit der Skala 1 (schlecht) bis 10 (gut)

Auch in diesem Zusammenhang, wurden Möglichkeit betrachtet, dass Verfahren durch den **Einsatz von Farben** nutzerfreundlicher zu gestalten. Die Teilnehmer der Testfälle hatten hierzu zwei Möglichkeiten zur Auswahl. Zum einen konnten alle Karten eines Kartentyps in einer Farbe (einfarbige Karteikarten) dargestellt werden und zum anderen konnten alle Rollenkarten, welche zu einem Kontext gehörten, in je eine Farbe aufgeteilt werden. Die Teilnehmer wählten beim dritten Testfall die erstere Möglichkeit und gaben an, dass dadurch die Übersichtlichkeit des Verfahrens und des Modells deutlich erhöht wurde. Die zweite Möglichkeit wurde von den Teilnehmern abgelehnt und nicht verwendet, da die Teilnehmer, nachdem ihnen diese Möglichkeit gezeigt wurde, sie als zu verwirrend empfanden. Somit kann ergänzt werden, dass das Einfärben der Karten nach Kartentypen zu einer besseren Übersichtlichkeit und Verwendbarkeit des Verfahrens beitragen kann.

5.3 Bewertung des R-CRC-Karten-Verfahrens in der Lehre

In diesem Unterkapitel werden nun die Fähigkeiten des R-CRC-Verfahrens in der Lehre beurteilt. Dazu werden die Fragen des Fragebogenteils A der Testfälle eins und zwei ausgewertet.

Als erstes muss geklärt werden, ob das **Verfahren an sich für den Lernenden verständlich** ist. Dazu wurden die Teilnehmer zuerst nach ihren Vorkenntnissen zum Thema CRC-Karten-Verfahren gefragt. Nach der Durchführung der Testfälle wurden sie gebeten ihr Verständnis zum relationalen und kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahren anzugeben.

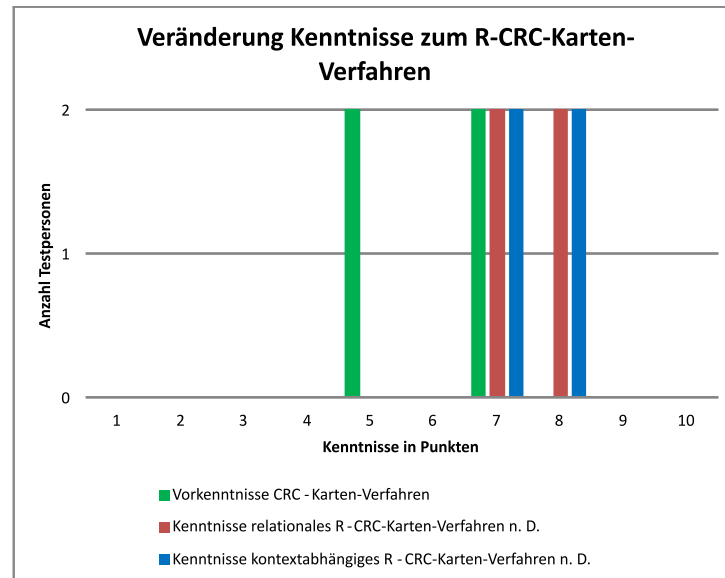


Abbildung 21: Überblick der Kenntnisse der Teilnehmer zum R-CRC-Karten-Verfahren vor und nach Durchführung (n. D.) des Verfahrens mit der Skala 1 (schlecht) bis 10 (gut)

Diese Auswertung zeigt, dass die Teilnehmer alle das R-CRC-Karten-Verfahren verstanden haben und es in der Zukunft ausführen können. Dabei ist es unerheblich, ob das relationale oder das kontextabhängige Verfahren angewendet wird. Beide Verfahrensarten wurden von den Teilnehmern gleich gut verstanden.

Nachdem der Erkenntnisgewinn der Teilnehmer durch das Verfahren ausgewertet wurde, muss nun auch **Fähigkeit des Verfahrens, rollenbasierte Konzepte zu vermitteln**, untersucht werden. Dazu wurden die Teilnehmer vor und nach dem Versuch gebeten, ihre Kenntnisse zur rollenbasierten Modellierung anzugeben.

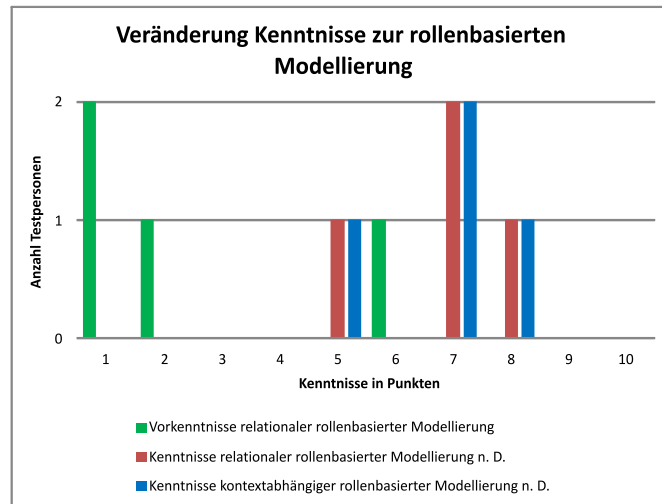


Abbildung 22: Überblick der Kenntnisse der Teilnehmer zur rollenbasierten Modellierung vor und nach Durchführung (n.D.) des Verfahrens mit der Skala 1 (schlecht) bis 10 (gut)

Hierbei zeigt sich, dass das Verfahren auf jeden Fall zu einem Erkenntnisgewinn für rollenbasierten Konzepte führt. Dreiviertel der Teilnehmer sagten aus, dass sie, nach der Durchführung des Verfahrens, sich gut in der rollenbasierten Modellierung eingewiesen fühlten. Das übrige Viertel der Teilnehmer fühlte sich zumindest neutral gut eingewiesen. Auch bei diesem Erkenntnisgewinn kann kein Unterschied zwischen dem relationalen und dem kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahren festgestellt werden. Somit kann angenommen werden, dass die Durchführung des R-CRC-Karten-Verfahrens eine gute Einführung in das Feld der rollenbasierten Modellierung darstellt.

Diese Aussage wurde auch den Teilnehmern als Frage gestellt, welche sie allgemein bejahten. Hierbei wurde von den Teilnehmern angemerkt, dass die Problemstellungen dazu klein gehalten werden sollten und bei der ersten Durchführung, auch nach einer anfänglichen Einführung in das Thema, ein Tutor, als Moderator, helfen sollte. Dies ist vor allem hilfreich, um anfängliche Unterscheidungsschwierigkeiten von Elementen und Begriffserklärungen aufzulösen.

Als letzte Frage wurde den Teilnehmern nach der Durchführung des zweiten Testfalls die Frage gestellt, ob es eine gute Entscheidung war, das Konzept der Kontexte aus dem ersten Testfall auszuschließen. Alle Teilnehmer erklärten, dass die spätere Einführung der Kontexte den ersten Durchlauf im R-CRC-Karten-Verfahren einfacher gestaltet. Die meisten geben weiter an, dass die sofortige Verwendung des kontextabhängigen Verfahrens die Komplexität stark angehoben hätte. Somit sollte bei der Verwendung des R-CRC-Karten-Verfahrens in der Lehre ein **zwei-schrittiger Ansatz** benutzt werden. Zuerst sollte ein Durchlauf mit dem relationalen R-CRC-Karten-Verfahren durchgeführt werden und danach ein Durchlauf mit dem kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahren. Jedoch gibt es einen Nachteil bei diesem Ablauf. So sind die Lernenden nach der Durchführung des relationalen R-CRC-Karten-Verfahrens an den Rollenspielablauf dieses Verfahrens und die relationalen Rollenkonzepte gewöhnt, was eine Umgewöhnung zum kontextabhängigen Konzepten und Rollenspielablauf nötig macht. Dies kann zu Verwirrungen bei den Lernenden führen.

Weiterhin treten die allgemeinen **Kritikpunkte** des Verfahrens (Skalierung und Gruppenabhängigkeit) auch in der Lehre hervor. Somit muss die Beispielproblemstellung klein genug gewählt sein, um den gewünschten Lerneffekt in einer ausreichenden Zeit zu erzielen. Die in dieser Arbeit angegebenen Problemstellungen des ersten und zweiten Testfalles sind laut Teilnehmern ausreichend groß um die Konzepte zu vermitteln und klein genug um die Übersichtlichkeit und den Zeitrahmen zu gewährleisten. Für den ersten Testfall mit einem Szenario sollten hierbei, mit anfänglicher Einleitung, ca. 45 Minuten eingeplant werden. Für den nachfolgenden zweiten Testfall mit einem Szenario und Einleitung werden nur noch ca. 25 Minuten benötigt. Diese Werte können in einer üblichen Lehreinheit von 90 Minuten (eine Doppelstunde an einer Universität) absolviert werden. Der Zeitbedarf der Szenarien wurde dabei aus den Erfahrungen der Durchführung der Testfälle geschätzt.

Zusammenfassend kann man annehmen, dass das R-CRC-Karten-Verfahren für den Einsatz in der Lehre der rollenbasierten Konzepte und Modellierung gut verwendet werden kann. Dabei sollte zuerst das relationale R-CRC-Karten-Verfahren benutzt werden, um den Lernenden die Grundlagen der rollenbasierten Konzepte zu vermitteln. Danach kann mit dem kontextabhängige Verfahren das Rollenkonzept in seiner Gesamtheit vermittelt werden.

5.4 Bewertung des R-CRC-Karten-Verfahrens in der Analyse

Als letztes wird das R-CRC-Karten-Verfahren im Kontext der Analyse bewertet. Dazu wurde von den Teilnehmern, mit dem dritten Testfall, eine mittelgroße Problemstellung (10 - 20 Karten) bearbeitet. Auch hier wurden vor allen die **Skalierungsprobleme** des Verfahrens bemängelt. So wurde das Verfahren für Problemstellungen mittlerer Größe (10 - 20 Karten) noch als akzeptabel befunden. Bei größeren Problemstellungen (>20 Karten) benoteten die Testteilnehmer das Verfahren jedoch eher schlecht. Dabei wurden besonders die schlechter werdende Übersichtlichkeit und der höhere Zeitbedarf angesprochen. Jedoch können diese negativen Tendenzen, nach Meinung der Teilnehmer, durch häufige Anwendung, Farben und gute Ablaufprotokolle reduziert werden. Ein weiterer hier angesprochener Kritikpunkt, ist die umständliche nachträgliche Korrektur von Fehlern.

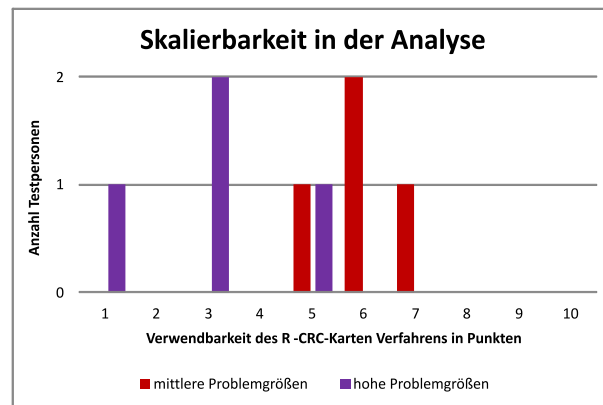


Abbildung 23: Überblick die Skalierbarkeit des R-CRC-Karten-Verfahrens mit der Skala 1 (schlecht) bis 10 (gut)

Somit müssen, wenn das R-CRC-Karten-Verfahren als Analysemethode verwendet werden soll, bestimmte Einschränkungen beachtet werden. Kleine (<10 Karten) bis mittlere (10 - 20 Karten) Problemstellungen können uneingeschränkt über das R-CRC-Karten-Verfahren analysiert werden. Größere Problemstellungen (>20 Karten) müssen, wie auch beim klassische CRC-Karten-Verfahren, in kleinere Problemstellungen (zum Beispiel durch Subsysteme) aufgeteilt werden, um das R-CRC-Karten-Verfahren optimal nutzen zu können.

Ein weiterer Punkt für die Nutzbarkeit des R-CRC-Karten-Verfahrens in der Analyse, ist die, in früheren Kapiteln angesprochene, **Überführbarkeit der R-CRC-Karten-Modelle und Ablaufprotokolle in andere rollenbasierte Modelle**. Dies ist theoretisch möglich und je nach Modellspezifikationen kann das ermittelte R-CRC-Karten-Modell mit kleinen Anpassungen in ein anderes rollenbasiertes Modell übertragen werden. Hierfür müssen die Bereiche der Rollen-, Klassen- und Kontextkarten, äquivalent zum klassischen CRC-Karten-Modell, in die ihnen äquivalenten Elemente im Zielmodells übertragen werden. Ein Beispiel hierzu, ist die Übertragung von Verantwortlichkeiten von Rollenkarten in Methoden der Rollen des Zielmodells. Einzig Konzepte, die im Zielmodell nicht umgesetzt werden können, müssen in eine den Regeln des Zielmodells entsprechende Erscheinung umgewandelt oder entfernt werden. Als Beispiel hierzu seien Vererbungen von Rollen genannt, welche bei Nichtverwendung im Zielmodell dazu führen, dass alle Verantwortlichkeiten, Träger und Attribute, der Oberrollen, in die Unterrollen übertragen werden müssen.

Als beispielhafter Test dieser Behauptung wurde das **R-CRC-Karten-Modell des zweiten Testfalls** in ein Diagramm der rollenbasierte Modellsprache **CROM** [2] übertragen.

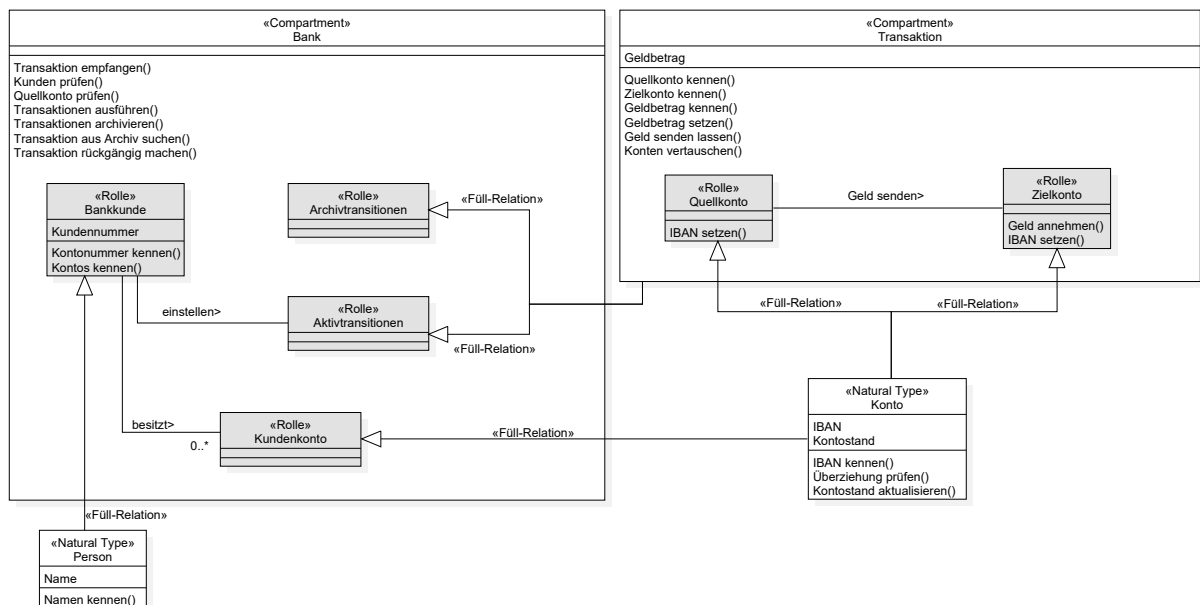


Abbildung 24: Grundlegendes *CROM*-Diagramm, welches aus dem R-CRC-Karten-Modell des zweiten Testfalles entwickelt wurde. Das *CROM*-Diagramm wurde hierbei mittels *UML* + Stereotypen erstellt, die komplette Annotation kann in der Arbeit von *Thomas Kühn* gefunden werden [2].

Die Übertragung erfolgte in mehreren Schritten. Zuerst wurde für jede Karte eine *Rolle* (Rolle), ein *Compartment* (Kontext) oder ein *Natural Type* (Klasse) modelliert. Danach wurden deren Attribute und Methoden mit den Attributen und Verantwortlichkeiten ihrer Kartenäquivalente gefüllt. Als letztes wurde die Rollen, über die Informationen im Rollenbereich der Kontextkarte, ihren Kontexten zugeordnet und die *Natural Types*, als Träger, mittels *Füll-Relationen* mit ihren Rollen verbunden. Dies wurde mittels der Informationen des Trägerbereiches der Rollenkarte realisiert. Da auf der Kontextkarte der Bank aktive und archivierte Transaktionen als Attribute/Innere Kontexte aufgeführt wurden und dies im *CROM* nicht direkt möglich ist, wurden analog dem Vorschlag der Arbeit über *CROM* [2] diese als Rollen deklariert, welche von der Transaktion angenommen werden können. Somit konnten fast alle Konzepte und Informationen des R-CRC-Karten-Modells direkt in *CROM* übertragen werden. Lediglich zu dem in *CROM* fehlenden Konzept der inneren Kontexte musste eine Umwandlung stattfinden, die jedoch ohne Probleme glückte. Somit konnte grundsätzlich gezeigt werden, dass die Ergebnisse des R-CRC-Karten-Verfahrens in andere rollenbasierte Modelle übertragbar sind.

Abschließend lässt sich somit sagen, dass das R-CRC-Karten-Verfahren theoretisch, wie das klassische CRC-Karten-Verfahren im objektorientierten Bereich, zur rollenbasierten Analyse geeignet ist. Lediglich bei großen Problemstellungen müssen diese durch Unterteilung auf das Verfahren vorbereitet werden. Auch die Ergebnisse des Verfahrens können in anderen, zur Softwareentwicklung besser verwendbaren, rollenbasierten Modellen, wie das hier gezeigte *CROM*, wiederverwendet werden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die *rollenbasierte Modellierung* ist eine aktuelle Forschungsrichtung, welche Verfahren für die Analyse und die Lehre benötigt. Zu diesem Zweck sollte eine Erweiterung des klassischen objektorientierten *CRC-Karten-Verfahrens* für rollenbasierte Konzepte entwickelt werden, welches eben diese Bereiche abdecken kann. Das in dieser Arbeit vorgestellte *R-CRC-Karten-Verfahren* erfüllt diese Voraussetzungen und ist somit ein Verfahren für die *Lehre* von rollenbasierten Konzepten, als auch für die *Analyse* von rollenbasierten Problemen. Es wurde dabei aus den, von der Forschung zusammengetragenen, allgemeinen Eigenschaften von Rollen entwickelt, wodurch eine größtmögliche *Kompatibilität* mit anderen rollenbasierten Modellen und Forschungen erreicht werden sollte. Dazu besitzt das R-CRC-Karten-Verfahren drei Kartentypen, die Klassenkarten, welche Objekte darstellen, die Rollenkarte zur Rollenrepräsentation und die Kontextkarten, die die Kontexte, in welchen Rollen operieren, darstellen. Der Ablauf des Verfahrens wurde, vom klassischen CRC-Karten-Verfahren, den neuen Kartentypen angepasst, so das ein einfacher Einsatz des Verfahrens, auch mit den verschiedenen Kartentypen, möglich ist. Für die Verwendung in Lehre und Analyse wurde auf eine stark ausgeprägte *Modularität* geachtet, um das Verfahren an die möglichen Gegebenheiten anpassen zu können. So ist es möglich, in der Lehre die *relationalen* und *kontextabhängigen* Rollennaturen separat zu lehren, um somit die Komplexität der einzelnen Schritte für den Lernenden zu senken. In der Analyse kann es verwendet werden, um *mittelgroße Problemstellungen* (10 - 20 Karten) zu analysieren und das Ergebnis an verwendete Folgemodelle anzupassen und zu übertragen. Damit stellt das R-CRC-Karten-Verfahren ein grundlegendes und flexibles Werkzeug für die Arbeit mit rollenbasierten Konzepten bereit.

Eine zusammenfassende Aufarbeitung des Verfahrens kann in den Tabellen 3 und 4 der folgenden Seiten gefunden werden

Das R-CRC-Karten-Verfahren stellt eine weitere Möglichkeit bereit, Probleme rollenbasiert zu bearbeiten. Dabei ist das Verfahren, wie sein objektorientiertes Äquivalent, nur für Problemstellungen kleinerer (<20 Karten) bis mittlerer (10 - 20 Karten) Größe ohne Nachteile verwendbar. Für größere Problemstellungen (>20 Karten) sind weitere Forschungen über das Verfahren oder Alternativen nötig, um auch diese effektiv rollenbasiert analysieren zu können. Auch muss das Verfahren noch in der aktuellen Lehre, an Bildungseinrichtungen, getestet werden. Darunter zählen Studien bzw. Testfälle zur Unterweisung von Lernenden mit verschiedenen Vorkenntnissen und in verschiedenen Gruppengrößen. Beispiele dafür sind eine Lehrveranstaltung mit größeren Gruppen neu immatrikulierter Studenten, welche keine Vorkenntnisse in der Modellierung von Software besitzen, sowie die Einführung neuer rollenbasierter Prinzipien für eine Projektarbeit, welche von einer kleinen Anzahl Studenten, mit entsprechender Vorbildung in Softwaretechnologie, durchgeführt wird. Allgemein müssen, um die Verwendbarkeit des R-CRC-Karten-Verfahrens in Lehre und Analyse anzugeben, weitere empirische Studien durchgeführt werden, welche verschiedene Gruppengrößen, Vorkenntnisse, und Zielstellungen umfassen.

Wichtige Merkmale	CRC-Karten-Verfahren	R-CRC-Karten-Verfahren	
		relationales	kontextabhängiges
Grundlage	Objektorientiert	Rollenbasiert	Rollenbasiert (mit Rollenkontext)
Verwendete Kartentypen	<ul style="list-style-type: none"> • CRC-Karten 	<ul style="list-style-type: none"> • Klassenkarten (analog zu CRC-Karten) • Rollenkarten 	<ul style="list-style-type: none"> • Klassenkarten • Rollenkarten • Kontextkarten
Verfahrensregeln	<ul style="list-style-type: none"> • Teilnehmer müssen ihnen zugewiesene Aufgaben erfüllen. • Zur Erfüllung werden Verantwortlichkeiten eingetragen. • Wenn diese Attribute benötigen, werden auch diese eingetragen. • Es können Unteraufgaben an Mithelfer weitergegeben werden. • Es können Vererbungshierarchien geschaffen werden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Regeln des klassischen CRC-Karten-Verfahrens und: • Rollen sollten der Startpunkt eines Szenarios sein. • Rollen müssen durch Träger angenommen werden. • Träger können Rollen ablegen, übertragen und mehrere Rollen zur gleichen Zeit annehmen. • Rollen können Unteraufgaben an ihre Träger weitergeben. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Regeln des relationalen R-CRC-Karten-Verfahrens und: • Kontexte können der Startpunkt eines Szenarios sein. • Kontexte können Träger sein. • Rollen besitzen einen Kontext. • Kontexte können Unteraufgaben an ihre Rollen weitergeben. • Rollen können Unteraufgaben an ihre Kontexte weitergeben.
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • CRC-Karten-Modell • Ablaufprotokoll 	<ul style="list-style-type: none"> • R-CRC-Karten-Modell • Ablaufprotokoll 	<ul style="list-style-type: none"> • R-CRC-Karten-Modell • Ablaufprotokoll

Tabelle 3: Zusammenfassung der Merkmale des R-CRC-Karten-Verfahrens und Vergleich mit dem klassischen CRC-Karten-Verfahren

Eignungen & Empfehlungen	CRC-Karten-Verfahren	R-CRC-Karten-Verfahren	
		relationales	kontextabhängiges
Anwendung	<ul style="list-style-type: none"> Analyse Lehre 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse Lehre (Einführung) 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse Lehre (Weiterführend)
Problemgröße	<ul style="list-style-type: none"> kleine (<10 Karten) mittlere (10 - 20 Karten) 	<ul style="list-style-type: none"> kleine (<10 Karten) mittlere (10 - 20 Karten) 	<ul style="list-style-type: none"> kleine (<10 Karten) mittlere (10 - 20 Karten)
Karten-Modelle übertragbar in:	<ul style="list-style-type: none"> UML-Klassendiagramme 	<ul style="list-style-type: none"> UML-Klassendiagramme + Stereotypen relationale rollenbasierte Modelle 	<ul style="list-style-type: none"> UML-Klassendiagramme + Stereotypen CROM-Diagramme kontextabhängige rollenbasierte Modelle
Ablaufprotokolle übertragbar in:	<ul style="list-style-type: none"> UML-Sequenzdiagramme 	<ul style="list-style-type: none"> UML-Sequenzdiagramme + Stereotypen 	<ul style="list-style-type: none"> UML-Sequenzdiagramme + Stereotypen

Tabelle 4: Zusammenfassung von Eignungen und Empfehlungen für das R-CRC-Karten-Verfahren und Vergleich mit dem klassischen CRC-Karten-Verfahren

A Anlagen

A.1 Fragebogenauswertung

A Anlagen

Auswertung der Testfälle zur Bachelor-Arbeit von Markus Hamann						
Testfall 1: Geschäftsablauf innerhalb eines Einzelhandelsunternehmens						Vorkenntnisse Ergebnisse Stichpunkte
Fragebogen Teil A: Fragen zur Lehrfähigkeit des relationalen R-CRC-Karten-Verfahrens						
Antworten						
Nummer	Frage	Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Durchschnitt
T1A1	Vorkenntnisse zum CRC-Karten Verfahren	5	7	5	7	6
T1A2	Vorkenntnisse in der Modellierung	7	5	6	7	6,25
T1A3	Vorkenntnisse zu relationalen rollenbasierten Modellen	6	2	1	1	2,5
T1A4	Verständnis des relationalen R-CRC-Karten Verfahrens nach Durchführung	7	8	8	7	7,5
T1A5	Verständnis von relationalen rollenbasierten Modellen nach Durchführung	7	7	8	5	6,75
T1A6	Wie gut ist das Verfahren, Ihrer Meinung nach, geeignet um in das Gebiet der relationalen rollenbasierten Modellierung einzuführen und erste Erfahrungen zu erlangen?	> Mittel bis gut, da Zweck von Rollen grundsätzlich klar wird	> als erster Einblick brauchbar > optisch gut überschaubar, bei kleinen Problemen	> bei voriger Erklärung eine erhellende Erfahrung > Rollen vs. Klassen nach anfänglichen Schwierigkeiten unterscheidbar	> gut mit Starthilfe(tutor)	
T1A7	Welche Schwachstellen(kritikpunkte) oder Vorzüge sind Ihnen, in Verbindung mit dem Thema Lehre, besonders aufgefallen?	> Risiko zu viele Diskussionen	> viel zu viel Interpretationsspielraum > bei großer werdenden Problemen schnell unübersichtlich	> Streitigkeiten über Rollenzuordnung kostet Zeit > Rollenbegriff schwer zu übermitteln	> Rollenrichtung manchmal unklar (Objekt nimmt 2 Rollen an und Rolle kam von zwei Objekten angenommen werden)	
Fragebogen Teil B: Fragen zum relationalen R-CRC-Karten-Verfahren						
Antworten						
Nummer	Frage	Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Durchschnitt
T1B1	Wie würden sie das Verfahren insgesamt bewerten?	6	4	6	5	5,25
T1B2	Wie gut würden sie den Spielfluss des Verfahrens bewerten?	6	5	8	8	6,75
T1B3	Wie bewerten sie die Karten selbst (Design/Übersichtlichkeit/Verwendbarkeit)?	9	7	8	9	8,08
	Übersichtlichkeit	10	6	9	9	7,75
	Verwendbarkeit	9	8	8	9	8,5
T1B4	Wie gut würden sie die Verwendbarkeit der Karten im Verfahren bewerten?	8	8	8	9	8,25
T1B5	Wie gut lässt sich, Ihrer Meinung nach, ein rollenbasiertes Modell durch das Verfahren darstellen?	8	7	9	9	8,25
T1B6	Wie gut ist die Übersichtlichkeit des Modells/der Modellelemente während des Verfahrens?	9	7	6	7	7,25
T1B7	Wie gut schneidet das Verfahren in der rollenbasierten Modellierung im Vergleich zum klassischen CRC-Karten Verfahren in der objektorientierten Modellierung ab?	5	5	6	5	5,25
T1B8	Welche Schwachstellen(kritikpunkte) oder Vorzüge sind Ihnen bei diesem Verfahren besonders aufgefallen?	> komplizierterer Ansatz als objektorientierung -> längerer Zeitbedarf	> unübersichtlich bei vielen Karten	-	> wie bei T1A7	

Abbildung 25: Auswertung der Fragebögen des ersten Testfall

Testfall 2: Transaktionen innerhalb einer Bank						
Fragebogen Teil A: Fragen zur Leihfähigkeit des kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahrens						
Nummer	Frage	Antworten				Durchschnitt
		Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	
T241	Vorkenntnisse zum CRC-Karten Verfahren	5	7	5	7	6
T242	Vorkenntnisse in der Modellierung	7	5	6	7	6,25
T243	Vorkenntnisse zu kontextabhängigen rollenbasierten Modellen	6	2	1	1	2,5
T244	Verständnis des kontextabhängigen R-CRC-Karten Modells	7	8	8	7	7,5
T245	Verständnis von kontextabhängigen rollenbasierten Modellen nach Durchführung	7	7	8	5	6,75
T246	Wie hat Ihnen die online Einführung der Kontexte beim Verständnis geholfen? Wie hätte sich eine sorgfältige Einführung ausgewirkt?	> gut/dieses sort verwendet > normaler Ansatz (rollen ohne Kontext) bereits genug für ersten Durchlauf	> ein Hinweis für die spätere Kontexte ist sinnvoll > sorgfältige Einführung steigert die Schwierigkeit nur kaum	> verbessert Übergang klassisches CRC zu R-CRC Aber: sorgt für zusätzliche Verwirrung nach anfänglicher Eingewöhnung	> gut das Kontext später eingeführt wird, da etwas verwirrend	
T247	Wie gut ist das Verfahren, Ihre Meinung nach, geeignet um in das Gebiet der kontextabhängigen rollenbasierten Modellierung einzutreten und erste Erfahrungen zu erlangen?	> mit einfachen Anwendungsfall (wie Bank + Transaktion) verständlich	> großer Überblick wird gegeben > guter optischer Eindruck	> ausreichend Überlagerung von Kontexten problematisch	> gut mit Startilfe (Tuor)	
T248	Welche Schwachstellen (Kritikpunkte) oder Vorzüge sind Ihnen, in Verbindung mit dem Thema Lehre, besonders aufgefallen?	> Zeitumfang bei 20 Studenten immernoch problematisch	> für große Probleme unübersichtlich > zu viel Interpretationsspielraum	> Verschlechterung von Kontexten einer unklar Kontext im Kontext als verschiedene Objekte	> Kontext verwirrend, wenn vorher kein Kontaktpunkt	
Fragebogen Teil B: Fragen zum kontextabhängigen R-CRC-Karten-Verfahren						
Nummer	Frage	Antworten				Durchschnitt
		Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	
T249	Wie würden sie das Verfahren insgesamt bewerten?	7	4	6	5	5,5
T249	Wie würden sie den Spielraum des Verfahrens bewerten?	5	6	6	7	6
T249	Wie bewerten sie die (Kontext-)Karten selbst (Design/Übersichtlichkeit/Verwendbarkeit)?	9	7	7	9	7,83
	Design	7	7	8	9	7,75
	Übersichtlichkeit	10	6	7	9	7,5
	Verwendbarkeit	9	8	7	9	8,25
T249	Wie gut würden sie die Verwendbarkeit der (Kontext-)Karten im Verfahren bewerten?	7	8	7	9	7,75
T249	Wie gut lässt sich, Ihre Meinung nach, ein rollenbasiertes Modell durch das Verfahren darstellen?	8	7	10	9	8,5
T249	Wie gut ist die Übersichtlichkeit des Modells/der Modellelemente während des Verfahrens?	8	6	5	6	6,25
T249	Wie gut schneidet das Verfahren in der rollenbasierten Modellierung im Vergleich zum klassischen CRC-Karten Verfahren in der objektorientierten Modellierung ab?	5	5	7	5	5,5
T248	Welche Schwachstellen (Kritikpunkte) oder Vorzüge sind Ihnen bei diesem Verfahren besonders aufgefallen?	> für 2. Semester evtl. zuviel -> Übergang über objektorientierung -> relational -> kontextabhängig > fähren für Rollenkonzepte -> schlechtere Praktikabilität in Übersichtlichkeit aber bessere Benutzerfreundlichkeit da weniger Karten umherschieben	> wie T248 > statt Kontexte verschiedene Farben: nein, da weniger dynamisch	> Kontexte weniger verwirrend als Gruppierung der Rollen durch andere Faktoren (z.B. Farbe)	> wie T248 > statt Kontexte verschiedene Rollenfarben: nein!	

Abbildung 26: Auswertung der Fragebögen des zweiten Testfall

Testfall 3: Softwareunternehmen						
Fragebogen Teil A: Fragen zur Analyse mit dem R-CRC-Karten-Verfahren						
Nummer	Frage	Antworten				Durchschnitt
		Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	
T3A1	Wie gut ist das Verfahren zur Analyse des Problems geeignet gewesen?	6 > Domäne + Skalierung zuweil für Lehre > Verfahren gleicht das nicht aus	5 > Skalierung funktioniert noch nicht so gut > wird schnell unübersichtlich	6 > noch möglich da Größe überschaubar	7	6
T3A2	Welche Schwachstellen (Kritikpunkte) oder Vorzüge haben sie bei der Analyse mit diesem Verfahren bemerkt?	> Zeitbedarf, zu viele Karten -> unübersichtlich	> sehr viele Karten	> spezifische Probleme durchdenken ist möglich	-	> Fehler greifen auf mehrere Karten über > Retroaktive Änderungen umständlich und fehleranfällig
T3A3	Wie gut schätzen sie das Verfahren bei der Analyse größerer Problemstellungen ein?	5 > nicht einsetzbar unter Studenten -> für Professionelle Anwender wahr: sehr hilfreich ok	3 > Skalierung nicht die beste > 3-4 Punkte -> Punkte skalieren je größer die Problemstellung, nach unten mit	1 > viele Zeilen = unübersichtlich > durch die drei Zeilen entstehen unübersichtliche Klassen	3	3
T3A4	Welche Allgemeine Anmerkungen haben sie?	-	-	> Klassen/Rollen/Kontexte mit verschiedenen Farben = gut > Liste mit Klassen wäre vorteilhaft	-	> Nett für akademische Beispiele, aber Nützlichkeit in der Realität eher fragwürdig (Kartenflut)

Abbildung 27: Auswertung der Fragebögen des dritten Testfall

A Anlagen

A.2 R-CRC-Karten-Modelle der Testfälle

A.2.1 R-CRC-Karten-Modell des 1. Testfalls

<i>IS</i>	<table border="1"> <tr> <td>Rolle: Kunde</td> <td>Träger: Privatperson Unternehmen</td> </tr> <tr> <td>Verantwortlichkeiten: - Güter kaufen - Kaufentscheidung treffen - Bezahlen - Güter entgegennehmen - Güter bestellen - Kundennummer kennen</td> <td>Mithelfer: Verkäufer</td> </tr> </table>	Rolle: Kunde	Träger: Privatperson Unternehmen	Verantwortlichkeiten: - Güter kaufen - Kaufentscheidung treffen - Bezahlen - Güter entgegennehmen - Güter bestellen - Kundennummer kennen	Mithelfer: Verkäufer	<i>RS</i>	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Beschreibung:</td> </tr> <tr> <td>Attribute: - Kundennummer</td> <td>Oberrollen: Unterrollen:</td> </tr> </table>	Beschreibung:		Attribute: - Kundennummer	Oberrollen: Unterrollen:
Rolle: Kunde	Träger: Privatperson Unternehmen										
Verantwortlichkeiten: - Güter kaufen - Kaufentscheidung treffen - Bezahlen - Güter entgegennehmen - Güter bestellen - Kundennummer kennen	Mithelfer: Verkäufer										
Beschreibung:											
Attribute: - Kundennummer	Oberrollen: Unterrollen:										
<i>IS</i>	<table border="1"> <tr> <td>Rolle: Verkäufer</td> <td>Träger: Privatperson</td> </tr> <tr> <td>Verantwortlichkeiten: - Güter verkaufen - Lager checken - Verkaufsbedingungen aushandeln - Geld annehmen - Lager aktualisieren - Güter übergeben - Güter bestellen - Güter annehmen - Bestellung annehmen - KundenDB aktualisieren - Bestellung abschließen</td> <td>Mithelfer: Güter, Kunden, Lieferant</td> </tr> </table>	Rolle: Verkäufer	Träger: Privatperson	Verantwortlichkeiten: - Güter verkaufen - Lager checken - Verkaufsbedingungen aushandeln - Geld annehmen - Lager aktualisieren - Güter übergeben - Güter bestellen - Güter annehmen - Bestellung annehmen - KundenDB aktualisieren - Bestellung abschließen	Mithelfer: Güter, Kunden, Lieferant	<i>RS</i>	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Beschreibung:</td> </tr> <tr> <td>Attribute: - Kundendatenbank</td> <td>Oberrollen: Unterrollen:</td> </tr> </table>	Beschreibung:		Attribute: - Kundendatenbank	Oberrollen: Unterrollen:
Rolle: Verkäufer	Träger: Privatperson										
Verantwortlichkeiten: - Güter verkaufen - Lager checken - Verkaufsbedingungen aushandeln - Geld annehmen - Lager aktualisieren - Güter übergeben - Güter bestellen - Güter annehmen - Bestellung annehmen - KundenDB aktualisieren - Bestellung abschließen	Mithelfer: Güter, Kunden, Lieferant										
Beschreibung:											
Attribute: - Kundendatenbank	Oberrollen: Unterrollen:										
<i>IS</i>	<table border="1"> <tr> <td>Rolle: Geschäftsgut</td> <td>Träger: Produkt Dienstleistung</td> </tr> <tr> <td>Verantwortlichkeiten: - Anzahl kennen - Preis kennen - Anzahl ändern</td> <td>Mithelfer:</td> </tr> </table>	Rolle: Geschäftsgut	Träger: Produkt Dienstleistung	Verantwortlichkeiten: - Anzahl kennen - Preis kennen - Anzahl ändern	Mithelfer:	<i>RS</i>	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Beschreibung:</td> </tr> <tr> <td>Attribute: - Anzahl - Preis</td> <td>Oberrollen: Unterrollen:</td> </tr> </table>	Beschreibung:		Attribute: - Anzahl - Preis	Oberrollen: Unterrollen:
Rolle: Geschäftsgut	Träger: Produkt Dienstleistung										
Verantwortlichkeiten: - Anzahl kennen - Preis kennen - Anzahl ändern	Mithelfer:										
Beschreibung:											
Attribute: - Anzahl - Preis	Oberrollen: Unterrollen:										
<i>IS</i>	<table border="1"> <tr> <td>Rolle: Lieferant</td> <td>Träger: Unternehmen</td> </tr> <tr> <td>Verantwortlichkeiten: - Lieferung durchführen</td> <td>Mithelfer:</td> </tr> </table>	Rolle: Lieferant	Träger: Unternehmen	Verantwortlichkeiten: - Lieferung durchführen	Mithelfer:	<i>RS</i>	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Beschreibung:</td> </tr> <tr> <td>Attribute:</td> <td>Oberrollen: Unterrollen:</td> </tr> </table>	Beschreibung:		Attribute:	Oberrollen: Unterrollen:
Rolle: Lieferant	Träger: Unternehmen										
Verantwortlichkeiten: - Lieferung durchführen	Mithelfer:										
Beschreibung:											
Attribute:	Oberrollen: Unterrollen:										

Abbildung 28: Rollenkarten des R-CRC-Karten-Modells des ersten Testfalls

A Anlagen



Abbildung 29: Klassenkarten des R-CRC-Karten-Modells des ersten Testfalls

A.2.2 R-CRC-Karten-Modell des 2. Testfalls

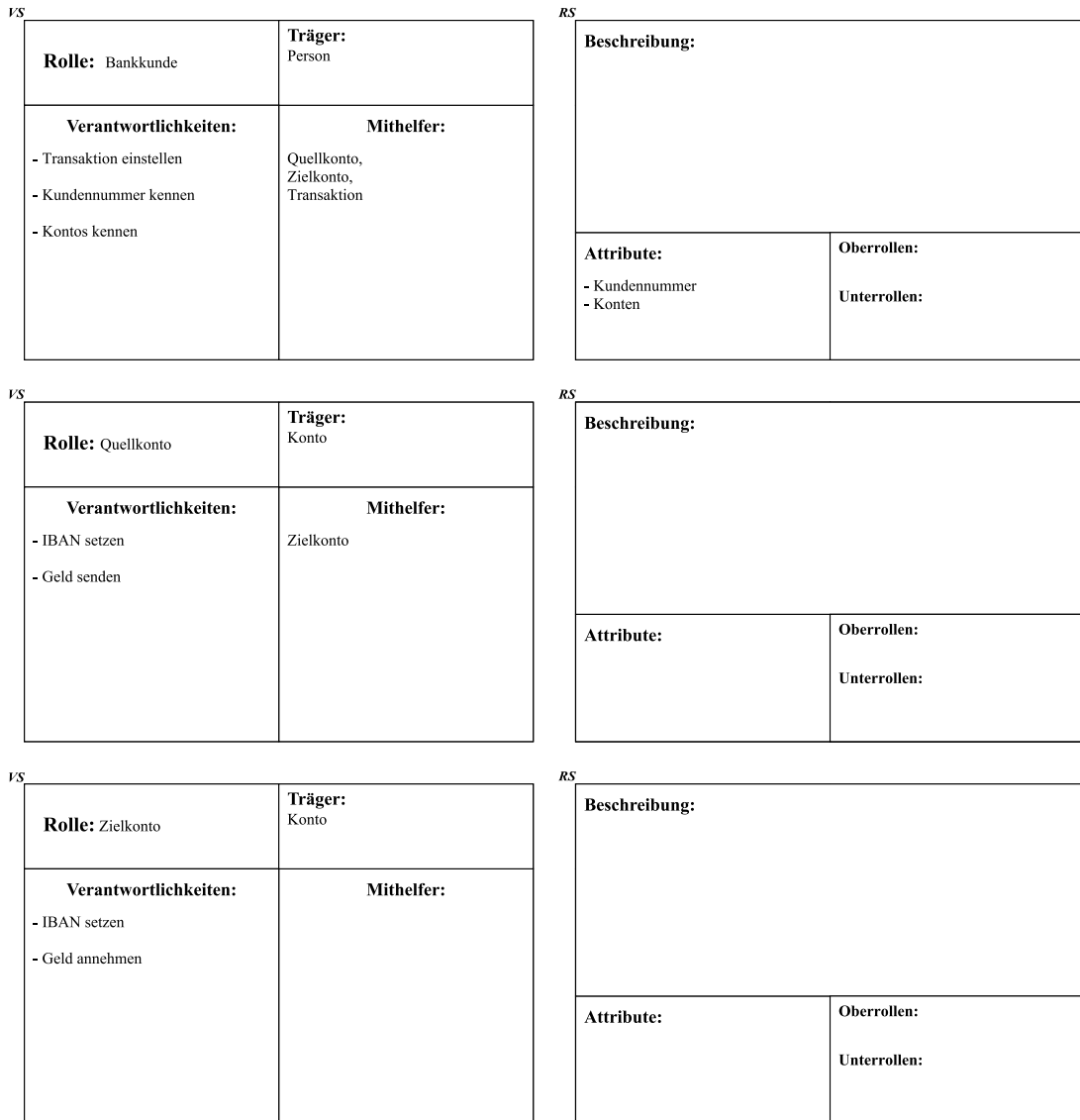


Abbildung 30: Rollenkarten des R-CRC-Karten-Modells des zweiten Testfalls

A Anlagen

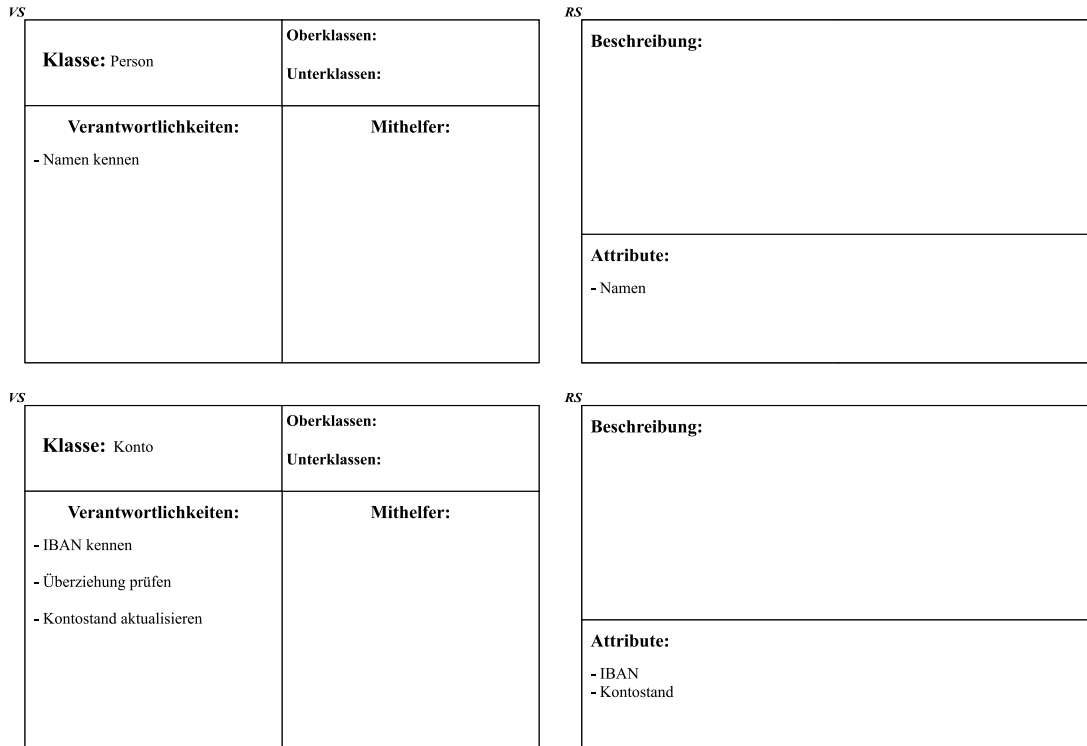


Abbildung 31: Klassenkarten des R-CRC-Karten-Modells des zweiten Testfalls

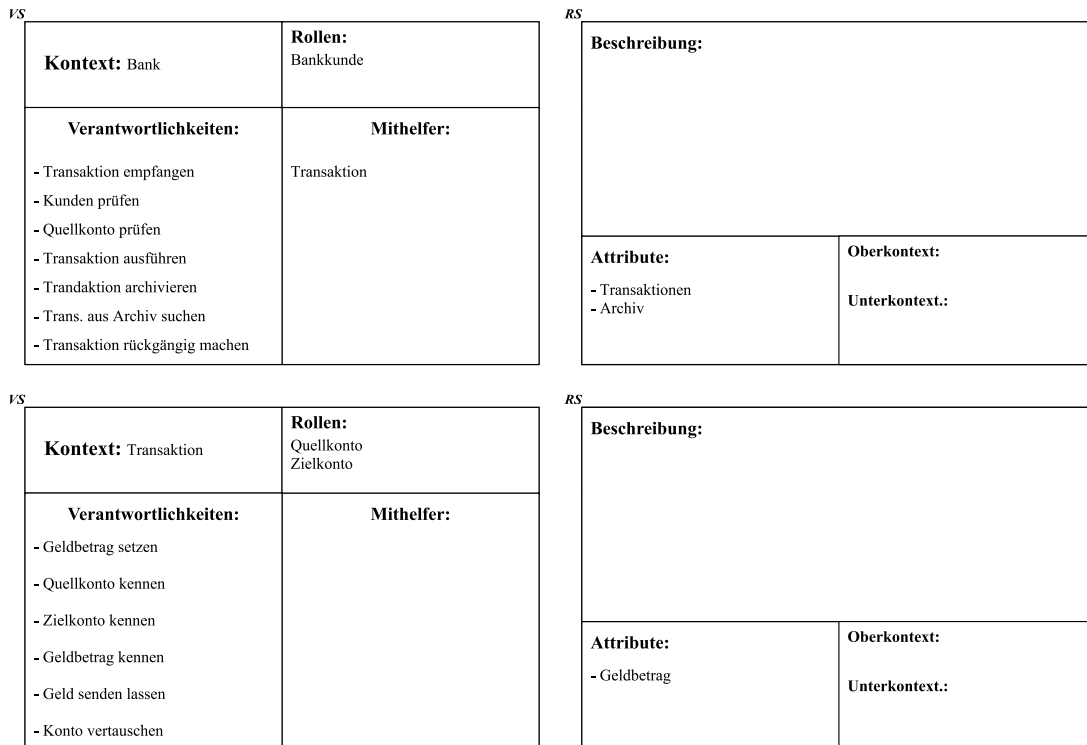


Abbildung 32: Kontextkarten des R-CRC-Karten-Modells des zweiten Testfalls

A.2.3 R-CRC-Karten-Modell des 3. Testfalls

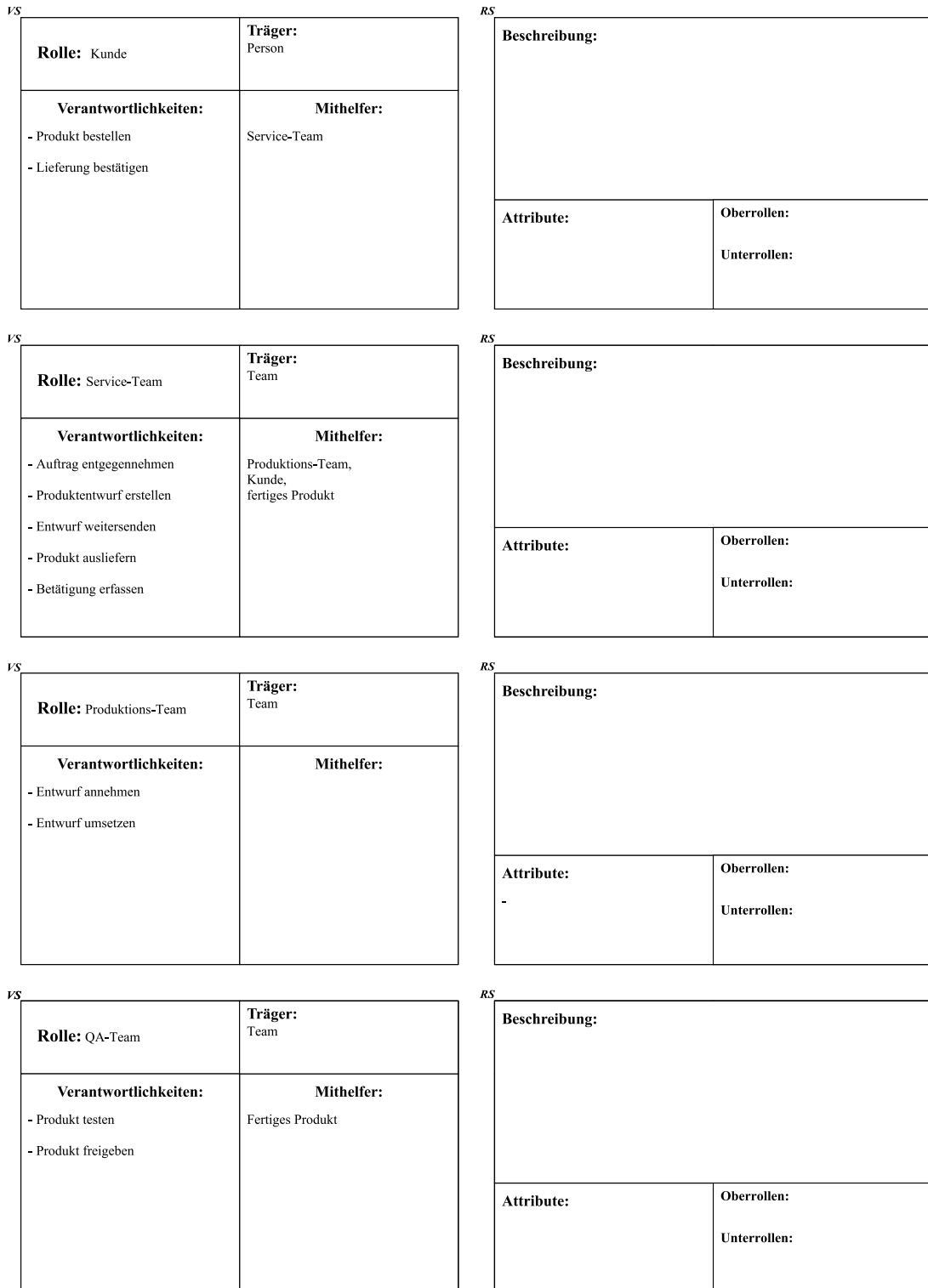


Abbildung 33: Rollenkarten des R-CRC-Karten-Modells des dritten Testfalls

A Anlagen



Abbildung 34: Rollenkarten des R-CRC-Karten-Modells des dritten Testfalls

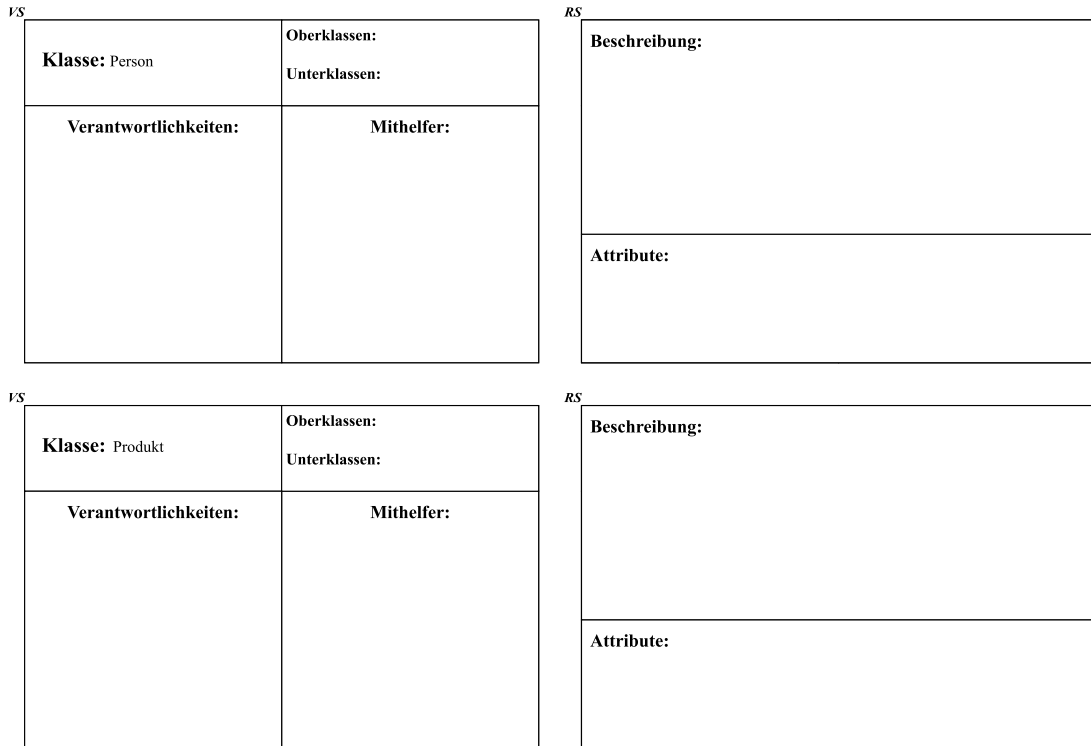


Abbildung 35: Klassenkarten des R-CRC-Karten-Modells des dritten Testfalls

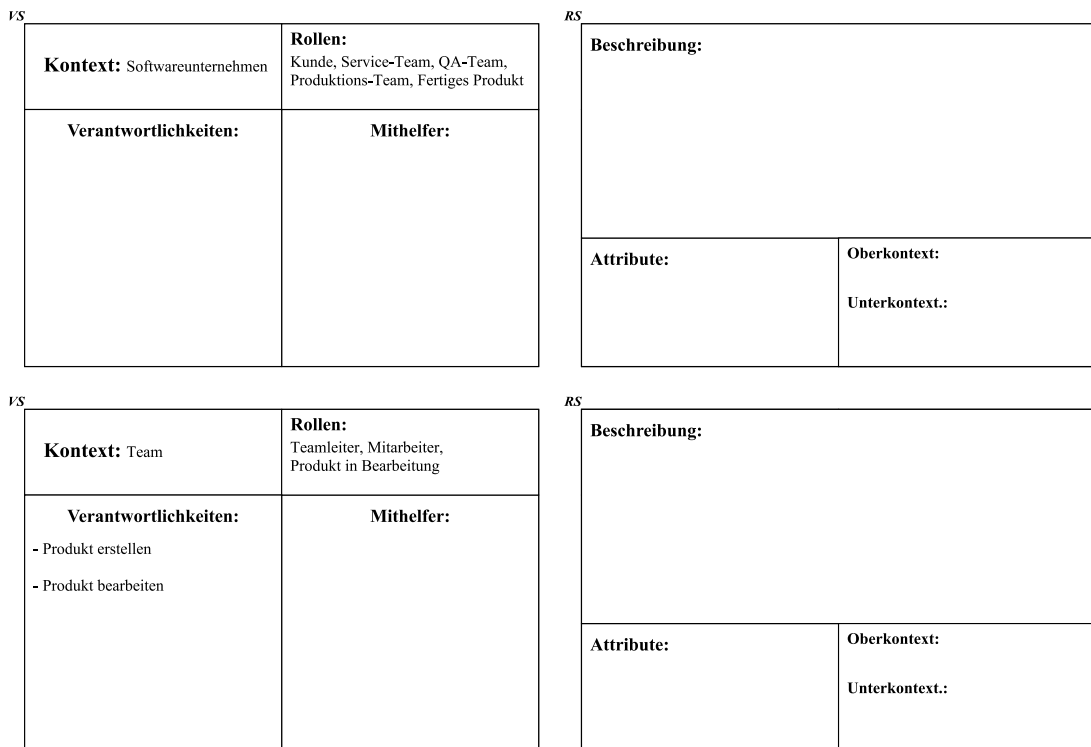


Abbildung 36: Kontextkarten des R-CRC-Karten-Modells des dritten Testfalls

A Anlagen

A.3 Ablaufprotokolle der Testfälle

Stereotyp	Erklärung
Annahme	Beschreibt das erste Anlegen von Kontext oder Träger an eine Rollenkarte.
Aktiv wechseln	Zeigt an, dass die aktive Karte oder Kartenverbund gewechselt wurde.
im Kartenverbund	Beschreibt, dass eine Aktion innerhalb des aktiven Kartenverbund durchgeführt wurde.
vom Träger ausgeführt	Beschreibt eine Aktion, die nicht von der Rolle ausgeführt wird, sondern direkt an den Träger im Kartenverbund weitergereicht wird.

Tabelle 5: Beschreibung der, in den Sequenzdiagrammen verwendeten, Stereotypen.

A.3.1 Ablaufprotokolle 1. Testfall

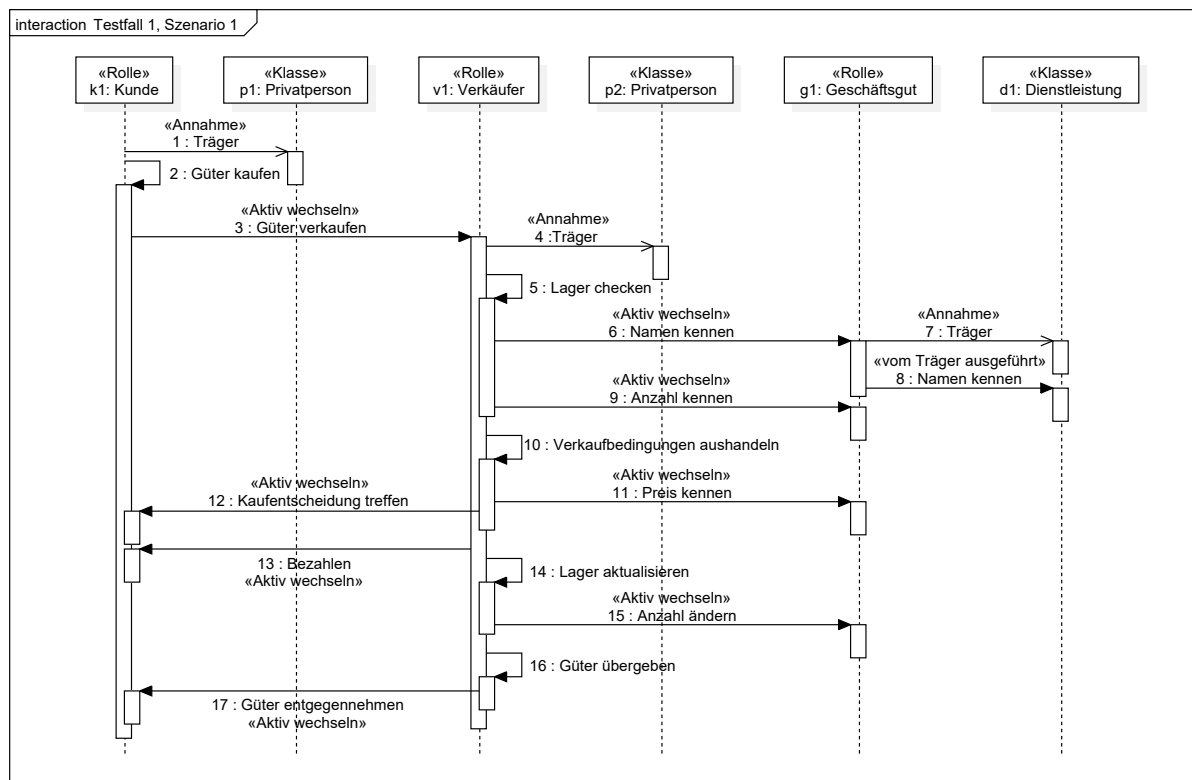


Abbildung 37: Ablaufprotokoll des ersten Szenarios des ersten Testfalls als Sequenzdiagramm (UML + Stereotypen)

A Anlagen

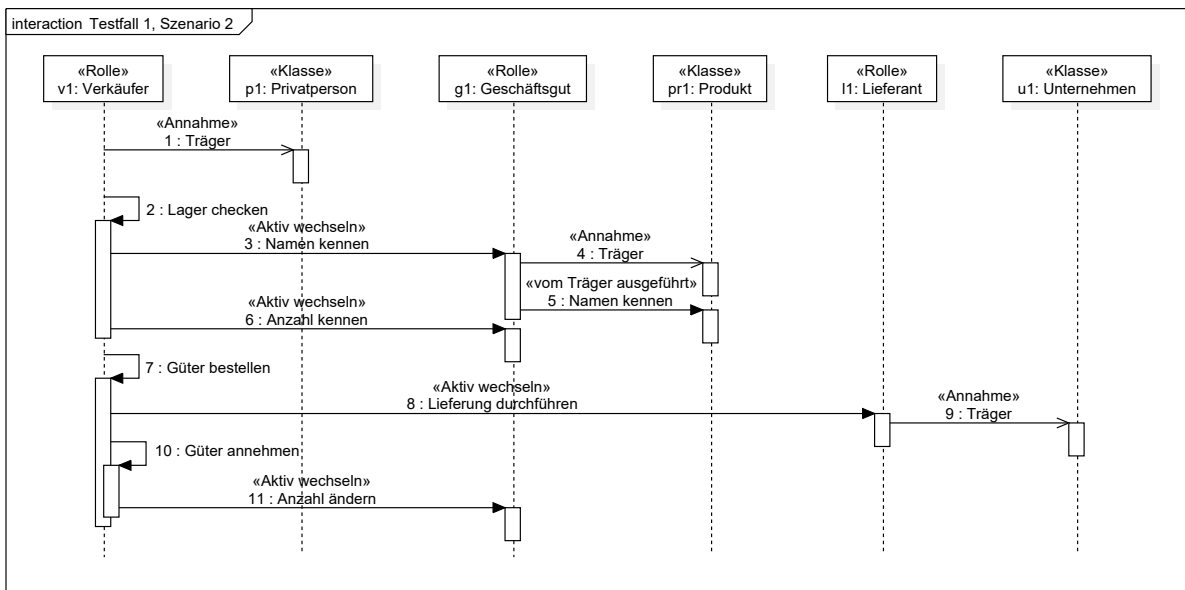


Abbildung 38: Ablaufprotokoll des zweiten Szenarios des ersten Testfalls als Sequenzdiagramm (UML + Stereotypen)

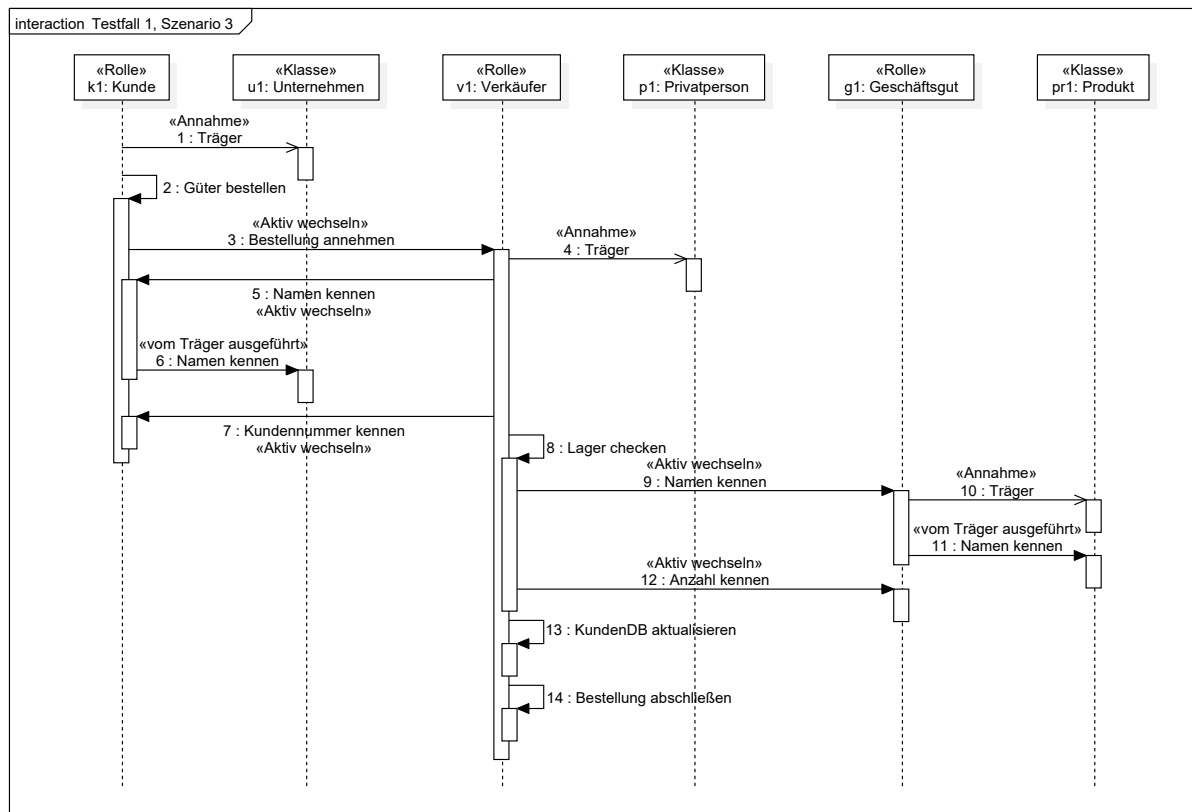


Abbildung 39: Ablaufprotokoll des dritten Szenarios des ersten Testfalls als Sequenzdiagramm (UML + Stereotypen)

A.3.2 Ablaufprotokolle 2. Testfall

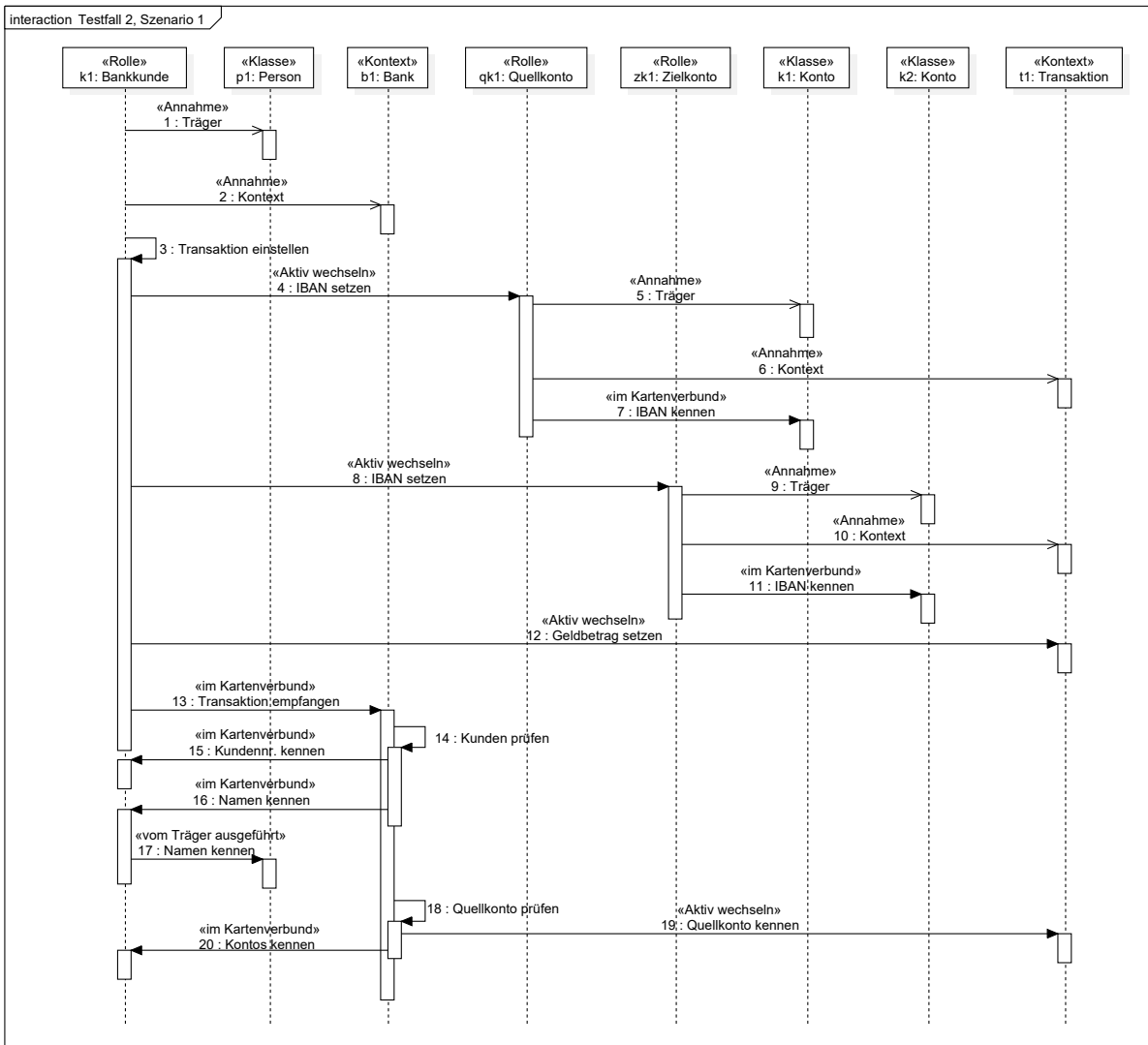


Abbildung 40: Ablaufprotokoll des ersten Szenarios des zweiten Testfalls als Sequenzdiagramm (UML + Stereotypen)

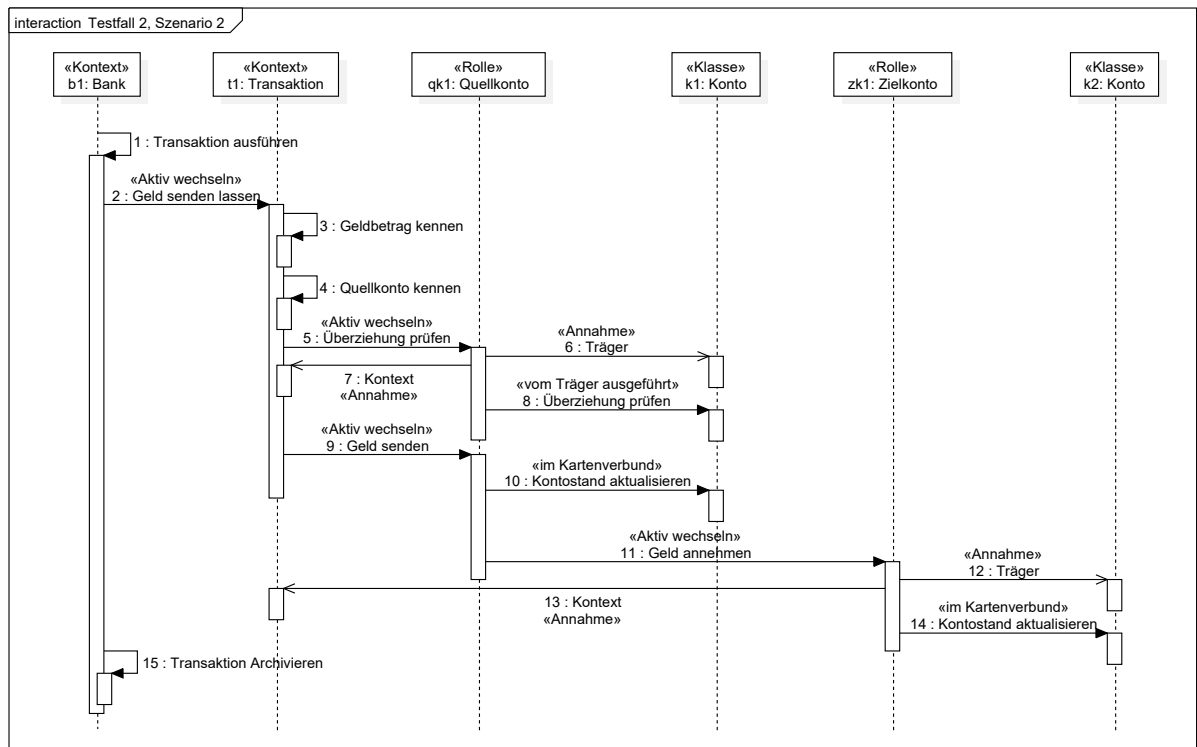


Abbildung 41: Ablaufprotokoll des zweiten Szenarios des zweiten Testfalls als Sequenzdiagramm (UML + Stereotypen)

A Anlagen

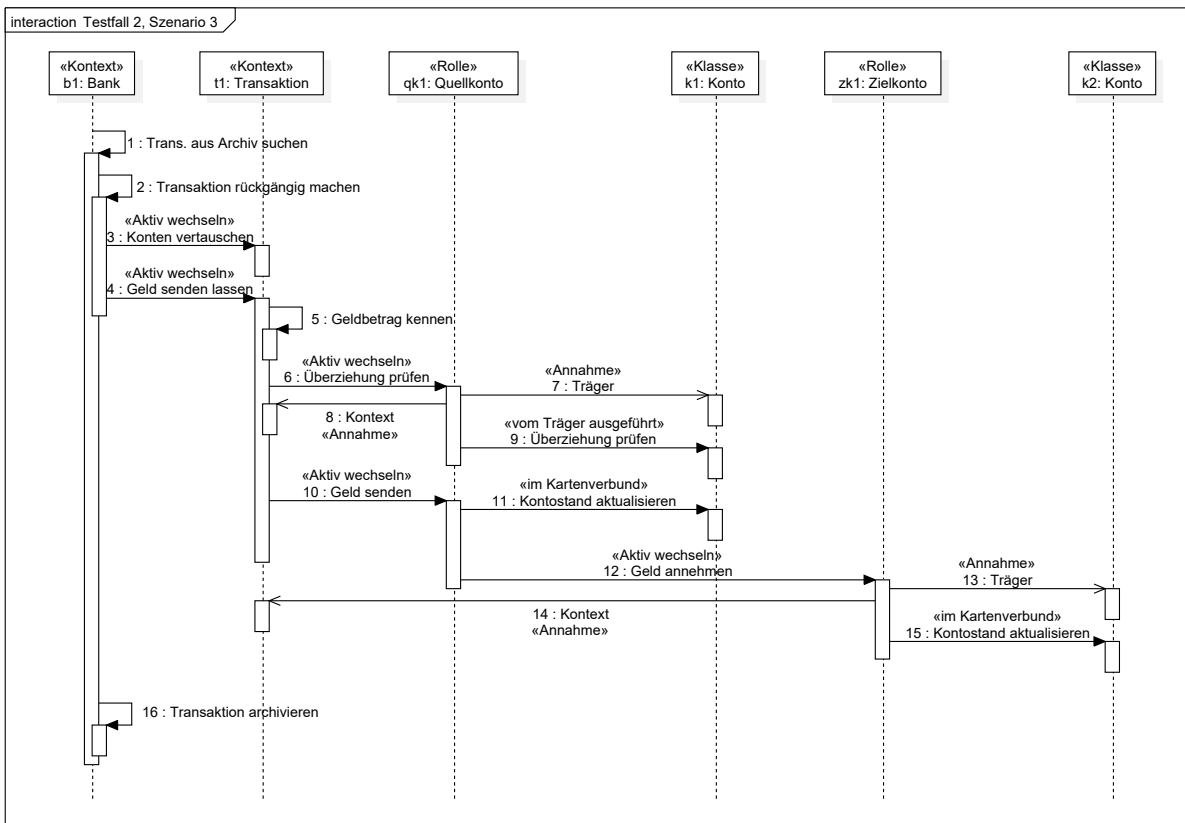


Abbildung 42: Ablaufprotokoll des dritten Szenarios des zweiten Testfalls als Sequenzdiagramm (UML + Stereotypen)

A.3.3 Ablaufprotokolle 3. Testfall

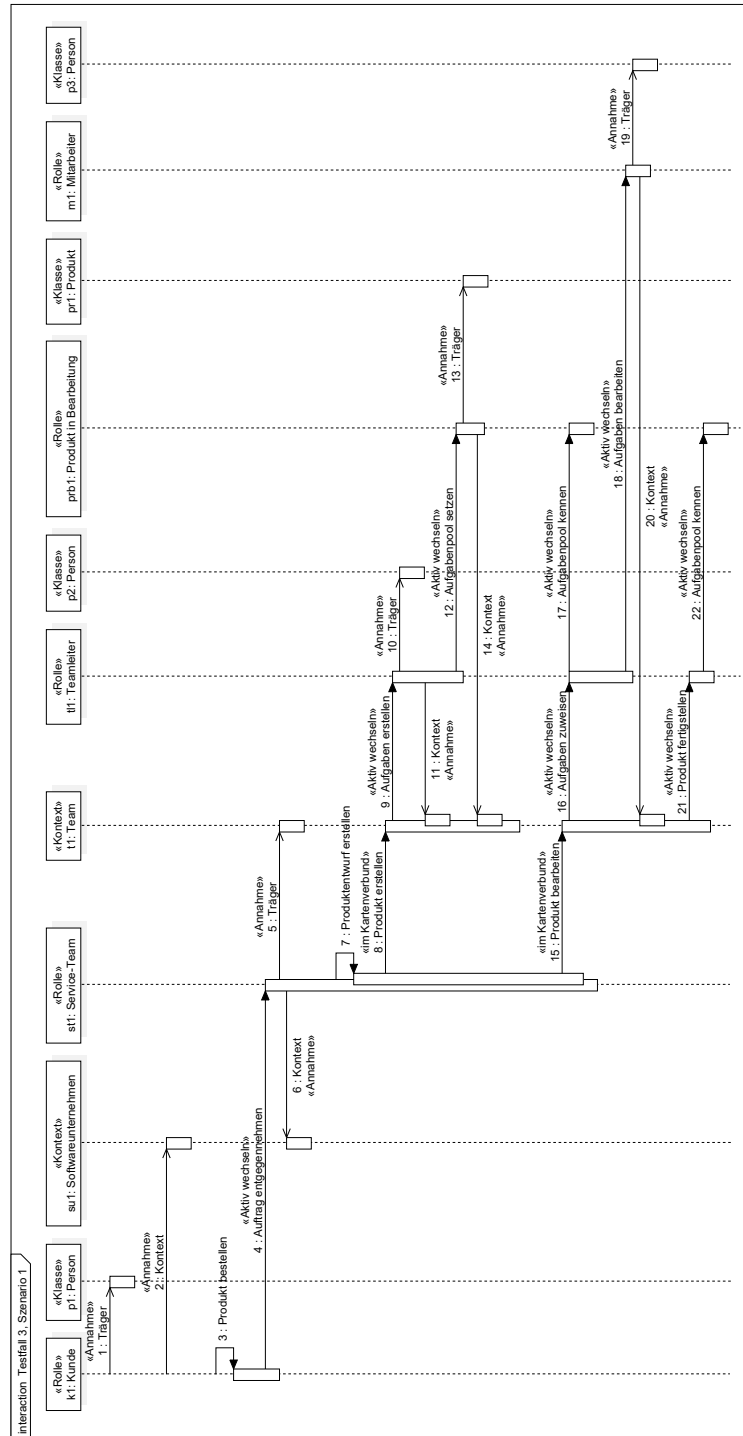


Abbildung 43: Ablaufprotokoll des ersten Szenarios des dritten Testfalls als Sequenzdiagramm (UML + Stereotypen)

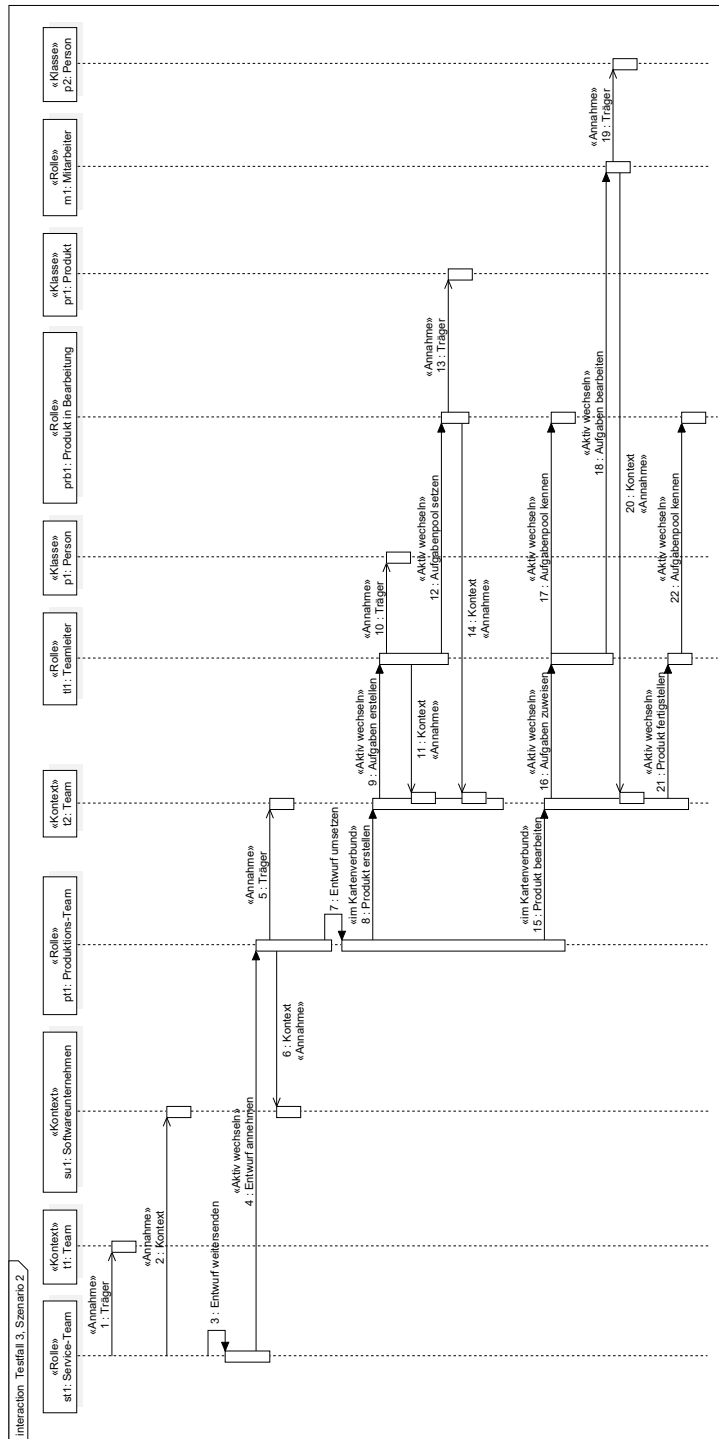


Abbildung 44: Ablaufprotokoll des zweiten Szenarios des dritten Testfalls als Sequenzdiagramm (UML + Stereotypen)

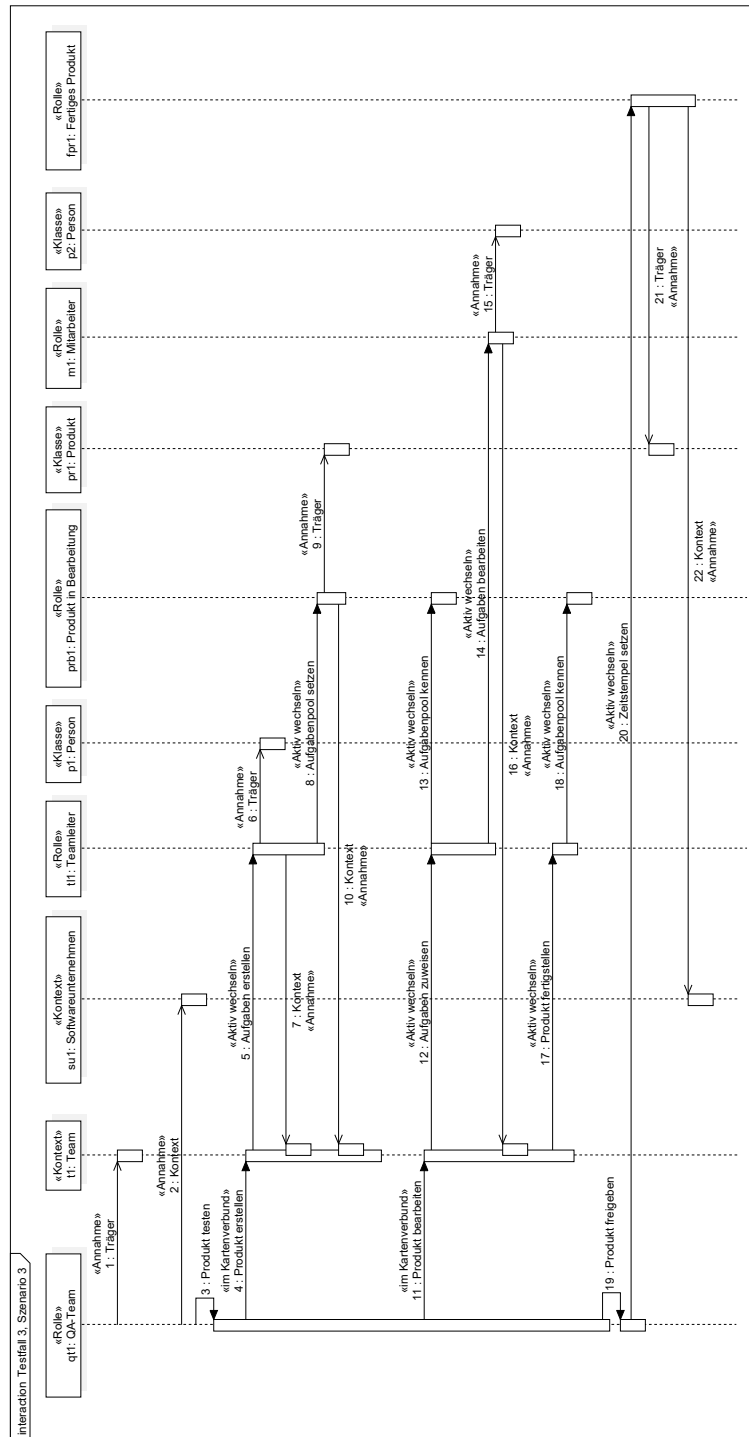


Abbildung 45: Ablaufprotokoll des dritten Szenarios des dritten Testfalls als Sequenzdiagramm (UML + Stereotypen)

A Anlagen

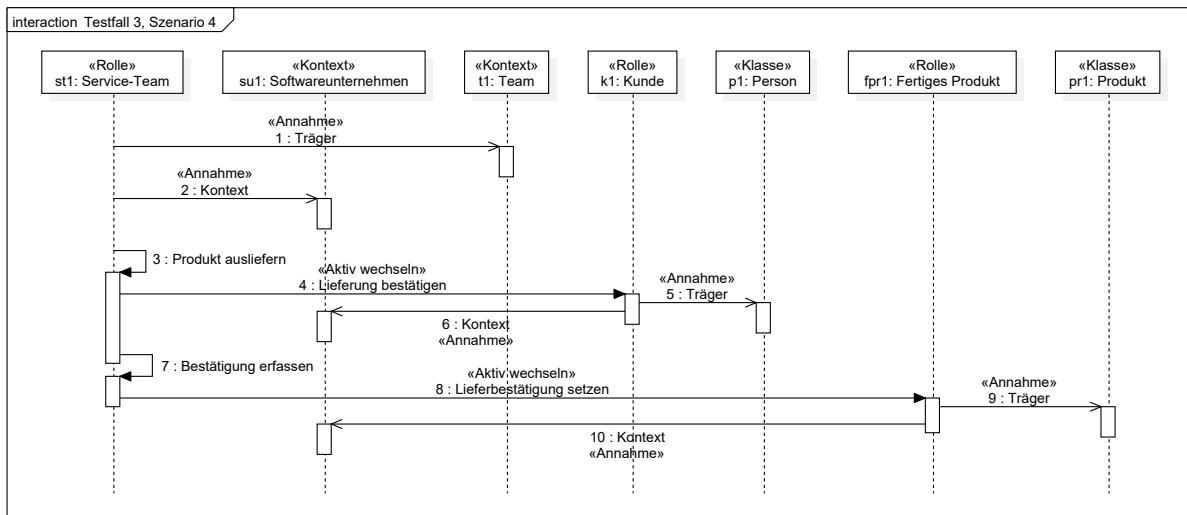


Abbildung 46: Ablaufprotokoll des vierten Szenarios des dritten Testfalls als Sequenzdiagramm (UML + Stereotypen)

Literaturverzeichnis

- [1] ZHAO, LIPING: Designing Application Domain Models with Roles. In: Proceedings of the 2003 European Conference on Model Driven Architecture: Foundations and Applications, MDFAFA'03, Seiten 1–16, Berlin, Heidelberg, 2005. Springer-Verlag.
- [2] KÜHN, THOMAS, STEPHAN BÖHME, SEBASTIAN GÖTZ und UWE ASSMANN: A Combined Formal Model for Relational Context-dependent Roles. In: Proceedings of the 2015 ACM SIGPLAN International Conference on Software Language Engineering, SLE 2015, Seiten 113–124, New York, NY, USA, 2015. ACM.
- [3] BACHMAN, CHARLES W. und MANILAL DAYA: The Role Concept in Data Models. In: Proceedings of the Third International Conference on Very Large Data Bases - Volume 3, VLDB '77, Seiten 464–476. VLDB Endowment, 1977.
- [4] STEIMANN, FRIEDRICH: On the Representation of Roles in Object-oriented and Conceptual Modelling. Data & Knowledge Engineering, 35(1):83–106, 2000.
- [5] ZHU, HAIBIN: Improving Object-Oriented Analysis with Roles. In: DU ZHANG (Herausgeber): 6th IEEE International Conference on Cognitive Informatics, Seiten 430–439, Piscataway, NJ, 2007. IEEE.
- [6] ZHU, H., M. ZHOU und P. SEGUIN: Supporting Software Development With Roles. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans, 36(6):1110–1123, 2006.
- [7] HERRMANN, STEPHAN: Programming with Roles in ObjectTeams/Java. American Association for Artificial Intelligence, 2005.
- [8] KÜHN, THOMAS, MAX LEUTHÄUSER, SEBASTIAN GÖTZ, CHRISTOPH SEIDL und UWE ASSMANN: A Metamodel Family for Role-Based Modeling and Programming Languages. In: COMBEMALE, BENOÎT, DAVID J. PEARCE, OLIVIER BARAIS und JURGEN J. VINJU (Herausgeber): Software Language Engineering, Band 8706 der Reihe Lecture Notes in Computer Science, Seiten 141–160. Springer International Publishing, Cham, 2014.
- [9] BECK, K. und W. CUNNINGHAM: A laboratory for teaching object oriented thinking. In: BOSWORTH, GEORGE (Herausgeber): Conference proceedings on Object-oriented programming systems, languages and applications, Seiten 1–6, New York, NY, 1989. ACM.
- [10] WILKINSON, NANCY M.: Using CRC cards: An informal approach to object-oriented development, Band 6 der Reihe Advances in object technology series. SIGS Books, New York, 1995.
- [11] BÖRSTLER, J. und C. SCHULTE: Teaching Object Oriented Modelling with CRC Cards and Roleplaying Games. WCCE, Cape Town, South Africa, 2005.

- [12] HITZ, MARTIN, GERTI KAPPEL, ELISABETH KAPSAMMER und WERNER RETSCHITZEGGER: UML @ Work: Objektorientierte Modellierung mit UML 2. Dpunkt.verlag, Heidelberg, 2005.
- [13] KENDALL, ELIZABETH A. und MARTLESHAM HEATH: Agent roles and role models: New abstractions for intelligent agent system analysis and design. In: International Workshop on Intelligent Agents in Information and Process Management, 1998.
- [14] KRISTENSEN, BENT BRUUN: Object-Oriented Modeling with Roles. In: MURPHY, JOHN und BRIAN STONE (Herausgeber): OOIS' 95, Seiten 57–71. Springer London, London, 1996.

Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig, unter Angabe aller Zitate und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Markus Hamann
Dresden, den 07.August.2017