

# Aufbau von wissenschaftlich-technischen Dokumenten nach Nunamaker

LGMMIA, Fernuniversität Hagen – Matthias Hemmje, Stefan Wagenpfeil, 2022

# Aufbau von wissenschaftlich-technischen Dokumenten nach Nunamaker

## 1 Einleitung und Verankerung

Einleitung und Überblick  
Motivation und Problembeschreibung  
Forschungsfragen und Methodik  
Ansatz und Aufbau der Arbeit  
Arbeits- und Zeitplan

## 2 Stand der Wissenschaft und Technik

Einleitung und Überblick  
Darstellung der Ergebnisse der Beobachtungsziele  
Identifizieren offener Herausforderungen

## 3 Konzeptuelle Modellierung und Entwurf

Einleitung, Methodik und Überblick  
Darstellung der Ergebnisse der  
theoriebildenden Forschungsziele  
Zusammenfassung der Ergebnisse

## 4 Proof-Of-Concept Implementierung

Einleitung, Methodik und Überblick  
Darstellung der Ergebnisse der  
Implementierungsziele  
Zusammenfassung der Ergebnisse

## 5 Evaluierung

Einleitung, Methodik und Überblick  
Darstellung der Ergebnisse der Evaluationsziele  
Zusammenfassung der Ergebnisse

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung der Beiträge der Arbeit  
Ausblick auf zukünftige Arbeiten

n Kapitel der Abschlussarbeit =  
Meilenstein / Einsendeaufgabe

# Erstellung der Einleitung und Motivation 1

Ein Einleitung und Verankerung der Arbeit bietet beidseitige Sicherheit, dass die Problemstellung, Forschungsfragen, Forschungsziele und der daraus resultierende Ansatz der Arbeit auf eine sehr systematische und somit verteidigbare Art und Weise hergeleitet werden.

## 1. Einleitung

Sie beginnen Ihre Arbeit mit einem kurzen, einleitenden Text. Hier führen Sie kurz in das Themengebiet ein und leiten über zur Motivation und den Problembeschreibungen.

### 1.1. Motivation und Problembeschreibung

Sie haben eine **Problemstellung** in Form des zu bearbeitenden Themas erhalten. In diesem Abschnitt formulieren Sie dazu eine **Problembeschreibung**, welche Ihr Verständnis der gestellte Aufgabe repräsentiert. Innerhalb dieser können Sie dann einzelne **Problemfelder** identifizieren und in **Problem Statements (PS)** zusammenfassen.

### 1.2. Forschungsfragen, Methodik und Ziele

Für jedes identifizierte PS wird hier eine **Forschungsfrage (FF)** formuliert. Die FF beschreibt somit einen gekapselten, klar umrissenen Aspekt eines Problemfeldes, der im Rahmen Ihrer Arbeit behandelt werden soll.

Anmerkung: bei Abschlussarbeiten am LGMMIA muss mindestens eine FF enthalten sein, die durch die Entwicklung von Software / Systemen bearbeitet wird.

#### Wie formuliert man Problembeschreibungen (engl. Problem Statement, PS), Forschungsfragen und Forschungsziele?

- möglichst kurz und prägnant
- als Aussage (PB, FZ) oder Frage (FF) formuliert
- eindeutig nummeriert. Die Nummerierung sollte die Zugehörigkeit von FF zu FZ und von FZ zu PB reflektieren.
- kurze (!) Erklärung

Beispiel (hypothetisch):

**PB1** : *Es gibt keine Featuregraph-basierten MMIR Systeme, die dem Benutzer Query Refinement erlauben.*

**FF1** : *Wie kann ein System zum Featuregraph-basierten MMIR Query Refinement entwickelt werden?*  
Zur Umsetzung von Featuregraph-basiertem Query Refinement sind verschiedene Facetten des Themenkomplexes zu betrachten. Hierzu zählen die zu verwendende Ebene der zu Inhaltsrepräsentation, die Fragestellung, ob und in welcher Qualität Teilmengen eines Multimediainhaltes im Retrievalprozess verwendet werden sollen, die mathematische Umsetzung der Abbildung auf eine veränderte Query und der Zeitpunkt der Verarbeitung von Input des Nutzers zur Verbesserung einer Query im Retrievalprozess.

**PB2** : *Es gibt keine Methoden, die Featuregraph-basiertes MMIR auf Mobiltelefonen unterstützen.*

**FF2** : *Wie kann Featuregraph-basiertes MMIR auf Mobiltelefonen unterstützt werden?*

.....

# Erstellung der Verankerung 1

## 1.2. Forschungsfragen, Methodik und Ziele (fortgesetzt)

Nun wird eine etablierte Methodik ausgewählt, die der Arbeit zugrunde liegt und mit der Sie die FF beantworten und Forschungsziele (FZ) definieren wollen. Es gibt verschiedene Methoden, wie z.B. Nunamaker und Österle. Wir empfehlen die Methodik nach **Nunamaker**. In diesem Abschnitt Ihrer Arbeit befindet sich auch eine kurze Erklärung, wie die Nunamaker-Methodik funktioniert und anzuwenden ist.

Die **Nunamaker-Methodik** kann so eingesetzt werden, dass jede FF durch typischerweise vier FZ beantwortet werden kann, die voneinander abhängen. FZ vom Typ „Beobachtung (Observation)“ führen zu FZ vom Typ „Theoriebildung“, die dann wiederum im Rahmen von FZ vom Typ „Development“ implementiert und durch FZ vom Typ „Experiment“ überprüft werden. Das lässt sich wieder „beobachten“, usw.

Die Anwendung der Nunamaker-Methodik führt nach dieser empfohlenen Vorgehensweise für jede FF zu mindestens vier FZ. Auf obiges Beispiel angewandt bedeutet dies:

**FZ1.1-O:** Recherche zur Erstellung einer Softwarelösung zur technischen Umsetzung von Featuregraph-basiertem Query Refinement für Multimediainhalte

**FZ1.2-TB:** Modellierung einer Softwarelösung zur technischen...

**FZ1.3-I:** Implementierung einer Softwarelösung zur technischen...

**FZ1.4-E:** Experimente zur Evaluierung der Softwarelösung zur ....

**FZ2.1-O:** Recherche zu Methoden zur Unterstützung von Featuregraph-basierten ...

**FZ2.2-TB:** Modellierung von Methoden zur Unterstützung von ...

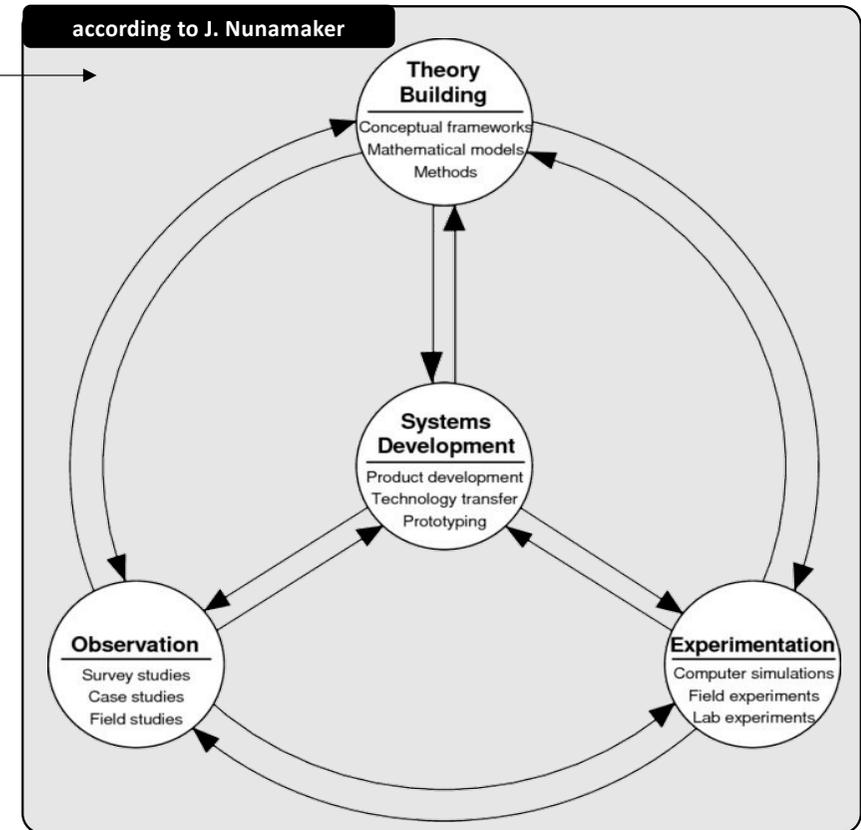
**FZ2.3-I:** Implementierung von Methoden zur ...

**FZ2.4-E:** Experimente zur Evaluierung der Methoden zur ....

Beispiel

In der Konsequenz erhalten Sie somit bei 3 FF bspw. mindestens 12 FZ.

Anmerkung: Sie sollten bereits bei der Definition der PS (und FF) darauf achten, dass nicht zu viele FF entstehen, da ansonsten ggfs. der Rahmen Ihrer Abschlussarbeit zu umfangreich wird.



# Erstellung eines Ansatzes 1

## 1.3. Ansatz und Aufbau der Arbeit

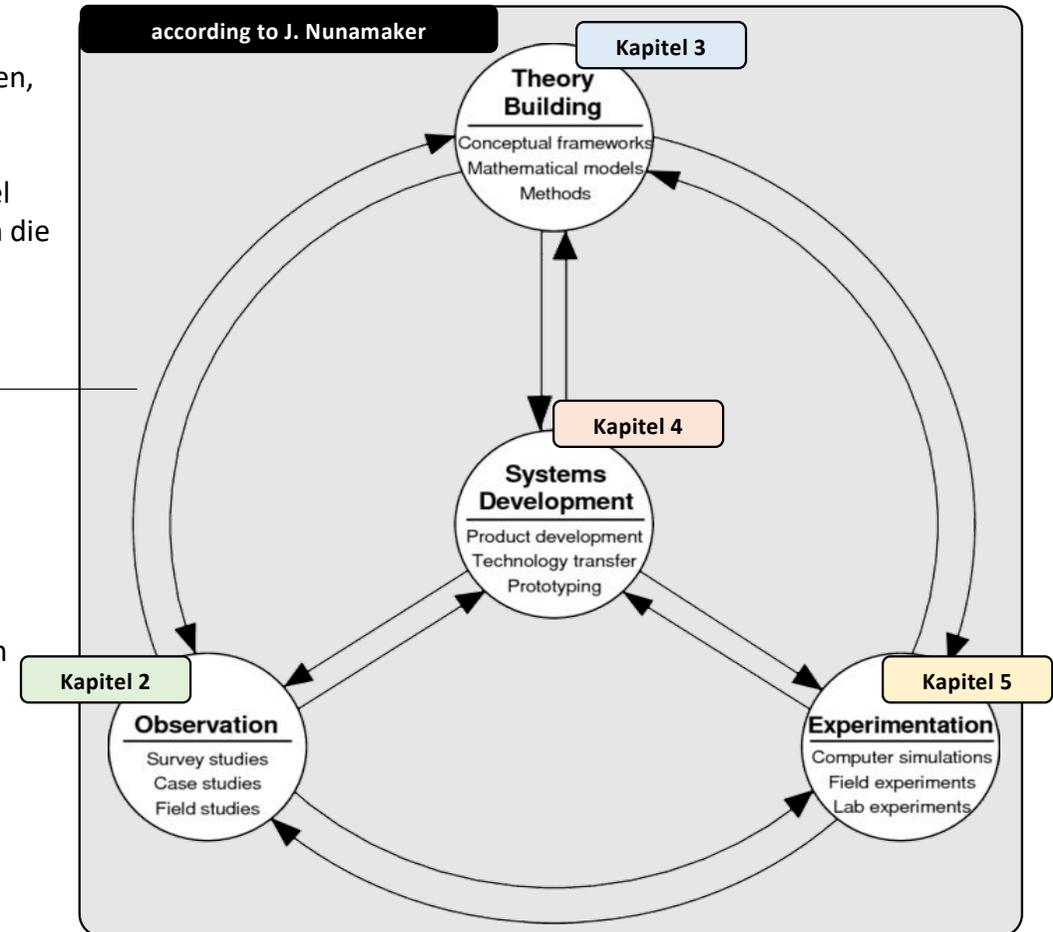
Der Ansatz der Arbeit definiert, in welcher Reihenfolge die Ziele bearbeitet werden, indem sie nach Typ geordnet einzelnen Bearbeitungsphasen zugeordnet werden. Dem Ansatz daraus resultierenden Ansatz der Arbeit folgend, kann nun auch die Gliederung der Arbeit strukturiert werden. Wir empfehlen dabei, die Unterkapitel der Arbeit entsprechend der FZ der verschiedenen Phasen zu strukturieren, denn die verschiedenen Kapitel beinhalten die Ergebnisse der verschiedenen Forschungsphasen. Somit landen alle FZ vom

- 2 Typ /O im Kapitel 2 (Stand der Wissenschaft und Technik)
- 3 Typ /TB im Kapitel 3 (Modellierung)
- 4 Typ /I im Kapitel 4 (Implementierung)
- 5 Typ /E im Kapitel 5 (Experiment)

Am Ende dieses Abschnitts befindet sich eine Tabelle, in der diese Planung / Umgruppierung dargestellt ist, d.h. welches FZ wird in welchem Abschnitt Ihrer Arbeit behandelt. Eine vorläufige Gliederung des späteren Dokuments ergibt sich somit automatisch.

## 1.4. Arbeits- und Zeitplan

Wir empfehlen, auch den Arbeitsplan auf Basis des Ansatzes der Arbeit zu strukturieren, weil es dadurch eine 1:1 Korrespondenz zwischen dem Ansatz der Arbeit, der Gliederung der Arbeit und dem Arbeitsplan gibt. Ein übersichtliches Gantt-Diagramm sollte mit eingefügt werden, in dem sich der Ansatz (d.h. die gruppierten FZ) wiederfindet.



# Stand der Wissenschaft und Technik 2

Dieses Kapitel enthält alle nötigen Rechercheergebnisse, Beobachtungsergebnisse und damit Erkenntnisse, die der Beantwortung der FF laut Ansatz dienlich sein sollen.

- Arbeiten aus dem Stand der Wissenschaft und Technik sowie verwandte Arbeiten werden vorgestellt.
- Nötige Definitionen, Technologien und Vorbedingungen werden eingeführt.
- Wir empfehlen, für jede FZ vom Typ "Beobachtung" ein **eigenes Unterkapitel** zu erstellen.
- Herausforderungen, die nicht durch den aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik gelöst werden können, verbleiben als „**Offene Herausforderung**“

Beispiele:

<b>2</b>	<b>Stand der Wissenschaft und Technik .....</b>	<b>11</b>
2.1	FZ 1.1 Möglichkeiten zur Parallelisierung .....	11
2.1.1	Vom Information Retrieval zu Graph Codes .....	12
2.1.2	Beschleunigung durch Parallelisierung .....	17
2.1.3	Stand der Technik Hardware .....	22
2.1.4	Stand der Technik Software.....	32
2.1.5	Vergleichbare Arbeiten.....	39
2.1.6	Diskussion und offene Herausforderungen .....	46
2.2	FZ 2.1 Integration von Parallelisierungstechnik in Anwendungen .....	49
2.3	Zusammenfassung .....	52

wendet werden. Dabei ist jedoch zu untersuchen, ob diese Operationen mit der Semantik von Graph Codes kompatibel sind bzw. wie eine solche Kompatibilität hergestellt werden kann. Daraus folgt folgende offene Herausforderung:

**OH 2.9:** Können Relevance Feedback Verfahren für das Vektorraummodell auf Graph Codes adaptiert werden und wenn ja, wie?

Wir empfehlen, am Ende des Kapitels die Ergebnisse aus den Beobachtungsaktivitäten gesammelt darzustellen:

- welche FZ sind beantwortet, welche Erkenntnisse wurden dabei erzielt, welche Entscheidungen bzgl. der Verwendung dieser Erkenntnisse wurden getroffen
- welche OH verbleiben (diese werden dann im Rest der Arbeit aufgegriffen)
- Die OH konkretisieren somit die verbleibenden Forschungsziele in den Phasen Theoriebildung, Implementierung und Evaluation.

# Konzeptuelle Modellierung und Entwurf 3

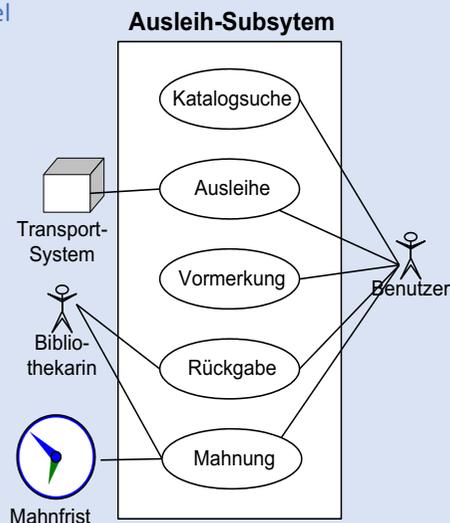
Dieses Kapitel enthält die konzeptuelle Modellierung und den Entwurf, die zum Lösen der theoriebildenden Herausforderungen aus Kapitel 1 und damit zum Beantworten der FZ vom Typ „Theoriebildung“ führen. Dabei können bereits offene Herausforderungen aus Kapitel 2 mit einfließen.

Wir empfehlen, für jedes FZ vom Typ „Modellierung“ ein eigenes Unterkapitel, sowie am Ende eine Zusammenfassung der konzeptuellen Modellierungs- und Entwurfsergebnisse. Zu Beginn des Kapitels sollte die Methodik zur konzeptuellen Modellierung und zum Entwurf festgelegt werden. Wir empfehlen folgende Methodiken und Werkzeuge:

- **User Centered System Design (Norman & Draper)**: der Benutzer steht im Mittelpunkt der Modellierung.
  - Jede zu modellierende Funktionalität wird einer Interaktion / einem Mehrwert für den Benutzer zugeordnet.
  - Die Basis hierfür stellen Use Context / Use Case / Information Model / Komponenten- und Architektur-Diagramme dar.
  - Die FZ werden dann jeweils einem Use Case zugeordnet und somit „User Centered“ bearbeitet.
- **Unified Modeling Language (UML)** als Werkzeug

Am Ende des Kapitels folgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse und die Auswahl, welche Modellierungsergebnisse im nächsten Kapitel implementiert werden.

## Beispiel



### # Name

Kurzbeschreibung:

Akteure:

auslösendes Ereignis:

Vorbedingungen:

Ergebnisse:

Nachbedingungen:

Ablaufbeschreibung:

Variationen / Fehlersituationen:

Anmerkungen / offene Fragen:

### 12. Ausleihe

Ein Ausleiher leiht sich ein Bibliotheksmedium aus.

Ausleiher, Transport-Subsystem

Ausleiher aktiviert die Ausleihen-Funktion über das GUI.

1. Benutzeridentifizierung erfolgreich

2. Medium mittels Katalogsuche ausgewählt

Ausleiher bekommt Medium sowie Ausleihquittung ausgehändigt.

Ausleiher, Exemplar, Ausleihdatum und Ausleihfrist sind gespeichert

1. Das System prüft, ob das Medium zum Präsenzbestand gehört

2. Das System prüft die medienspezifischen Ausleihregeln

3. Das System prüft die Vormerkungen auf das Medium, ob der

Ausleiher dazu gehört oder weniger Vormerkungen als nicht ausgeliehene Exemplare vorliegen.

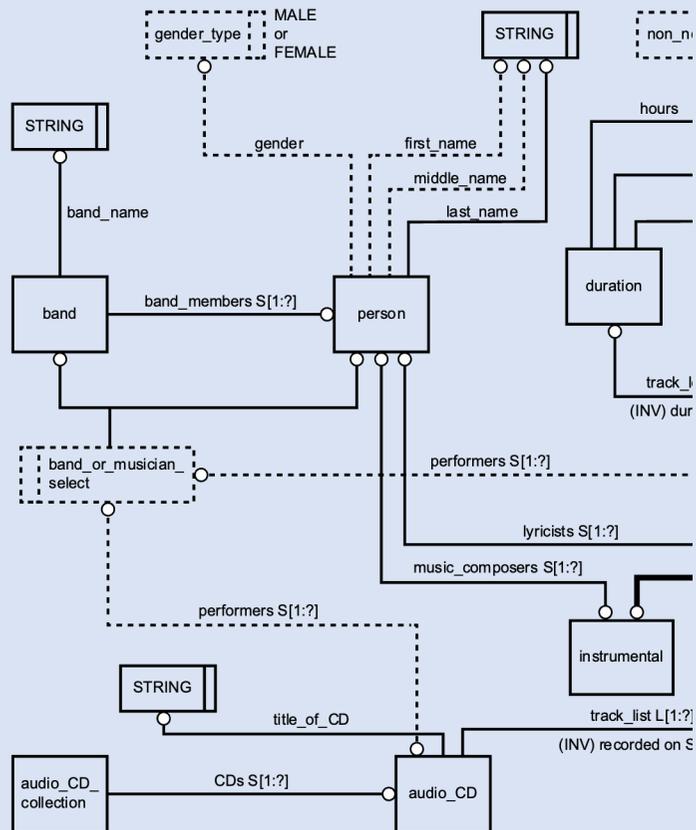
4. Das System druckt eine Ausleihquittung und beauftragt das Transport-Subsystem.....

1.a Falls das Medium zum Präsenzbestand gehört: Ablehnung

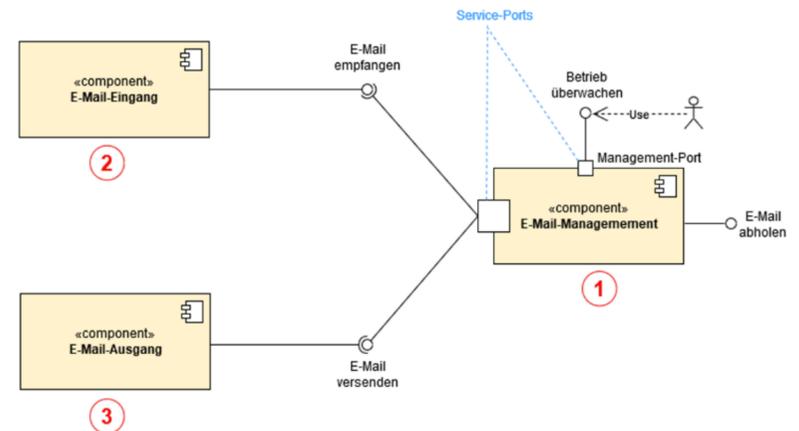
3.a Wenn ....., bietet das System dem Ausleiher an, eine Vormerkung auf das Medium zu tätigen.

# Modellierung / ausgewählte beispielhafte Basisdiagramme

## Information Model



## Komponenten / Architektur



Beispiel

# Modellierung mit UML

## Dynamisches Modell

- Use Cases
- Aktivitätsdiagramme
- Sequenzdiagramme
- Statusdiagramme



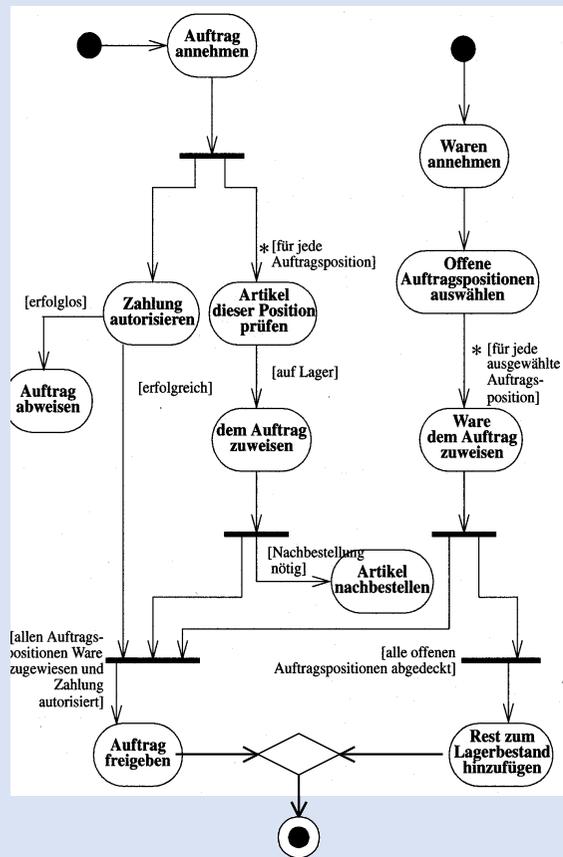
## Statisches Modell

- Klassendiagramme
- Komponentendiagramme
- Verteilungsdiagramme



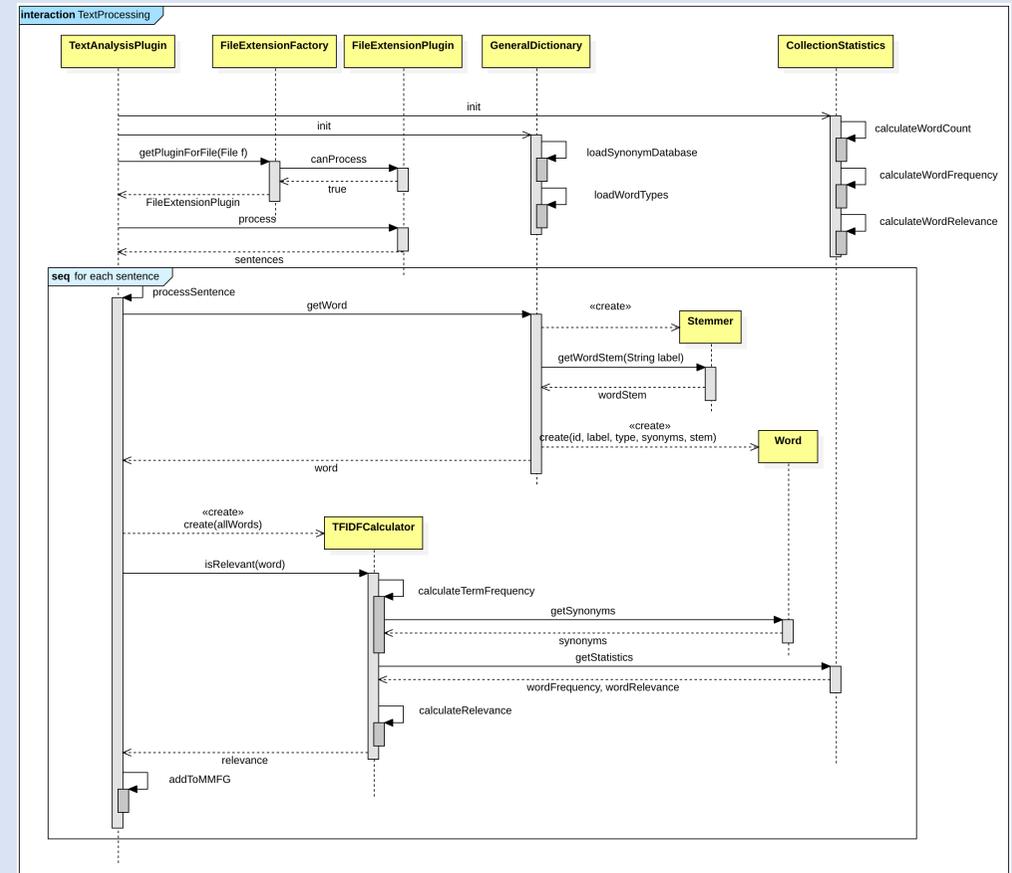
## Design Patterns

- GoF Patterns
- Best Practices



UML-Aktivitätsdiagramm

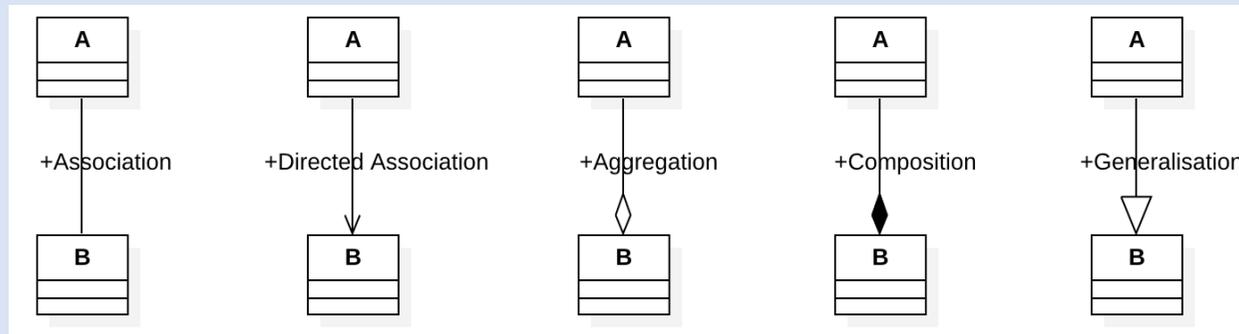
Beispiel



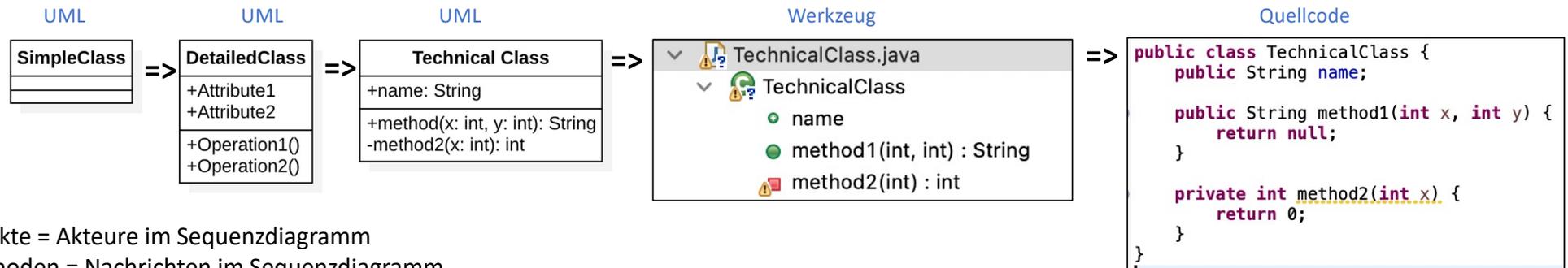
UML-Sequenzdiagramm

# Elemente eines UML-Klassendiagramms

Beispiel



## Detailgrad, Verfeinerung des UML-Komponentendiagramms



Objekte = Akteure im Sequenzdiagramm  
Methoden = Nachrichten im Sequenzdiagramm

Hinweis: die Elemente der UML-Diagramme sollten sich später in der Implementierung und den Quelltexten wiederfinden.

# Proof-Of-Concept Implementierung 4

Dieses Kapitel enthält die Beschreibung der prototypischen Proof-Of-Concept Implementierung.

- Für jedes FZ vom Typ "Implementierung" sollte ein eigenes Unterkapitel erstellt werden.
- Es wird belegt, dass die bislang technologie-agnostische Modellierung auch tatsächlich umgesetzt werden kann.
- Implementierungsbeispiele dienen der Illustration und der Erklärungen von speziellen technischen Rahmenbedingungen
- KEINE Quellcode-Dokumentation, KEIN Handbuch, KEINE Installationsanleitung (diese befinden sich maximal im Anhang)
- Listings in diesem Abschnitt sollten Zeilennummern enthalten und zusätzlich im Fließtext unter Bezug auf die jeweilige Zeile erklärt werden.

Wir empfehlen, am Ende des Kapitels die Ergebnisse zusammenzufassen, entdeckte Einschränkungen zu formulieren und ein Ausblick auf weitere Implementierungsmöglichkeiten zu geben. Die Ergebnisse (bzw. eine Auswahl davon) werden anschließend per Experiment (Kapitel 5) überprüft.

```
1 // Generate the relevant GraphCode
2 Vector<GraphCode> gcs =
3 MMFGCollection.getInstance().getAllGC();
4 GraphCode relevantGC = TFIDF.calculateRelevantGC(gcs);
5 RDFExporter.export(relevantGC, "mmfgDataExport.rdf");
6
7 // Initialize Apache Jena
8 Model schema = RDFDataMgr.loadModel("mmfgSchema.rdf");
9 Model data = RDFDataMgr.loadModel("mmfgDataExport.rdf");
10 InfModel infmodel = ModelFactory.createRDFSModel(schema,
11 data);
12
13 // Validate Collection
14 ValidityReport validity = infmodel.validate();
15 if (validity.isValid()) {
16 // everything fine
17 }
18 else {
19 // Conflicts
20 for (ValidityReport.Report r : validity.getReports()) {
21 System.out.println(r);
22 // process the conflict
23 }
24 }
```

LISTING 4.50: Use of the explainability-feature of the GMAF.

The example in Listing 4.50 shows, that Jena is employed as a calculation engine for inferencing and reasoning based on the GMAF and MMFG representations (lines 8-10). All relevant MMFG information is exported to a *mmfgDataExport.rdf* file in RDF format (line 5), which is then loaded into Jena (line 9). Then, the inferencing model can be calculated (line 10) and a validity report can be generated (lines 13-23).

Beispiel

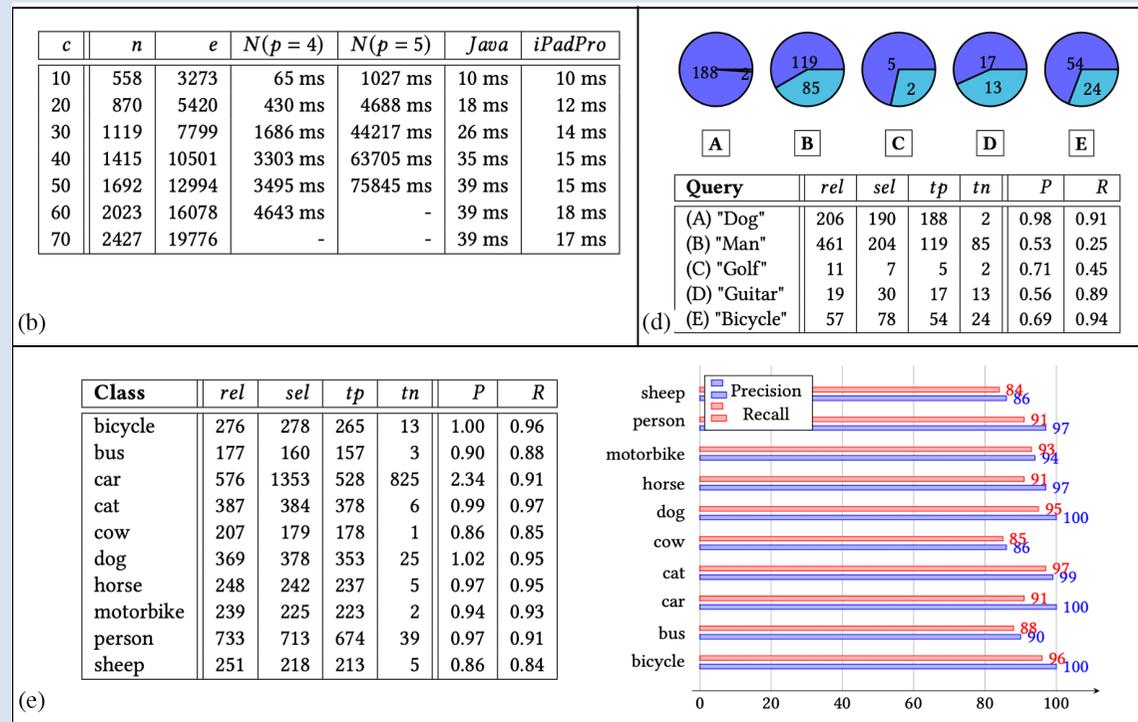
# Evaluierung 5

Dieses Kapitel enthält Experimente, die zum Beantworten der FZ vom Typ „Experiment“ nötig sind.

Wir empfehlen auch hier, pro Forschungsziel wird ein eigenes Unterkapitel zu erstellen. Beschrieben wird hier jeweils

- die Methodik des Experiments (qualitativ, quantitativ, kognitiv, etc.), ggfs. Testaufbau
- die verwendeten Daten und die erwarteten Ergebnisse
- das tatsächliche Ergebnis inklusive Visualisierung
- eine Diskussion der Ergebnisse des Experiments

Wir empfehlen, auch am Ende dieses Kapitels die Ergebnisse zusammenzufassen, entdeckte Einschränkungen zu formulieren und ein Ausblick auf weitere Experimente zu geben.



Beispiel

# Zusammenfassung und Diskussion 6

**In diesem Kapitel fassen Sie Ihre komplette Arbeit zusammen.**

Es wird nochmals Bezug zu den Forschungsfragen aufgebaut und die erreichten Ziele benannt. Weitere Möglichkeiten in diesem Abschnitt:

- Auflistung der Forschungsergebnisse (was wurde erreicht, was nicht)
- Ein Ausblick auf Erweiterungs- oder Ergänzungsmöglichkeiten (sog. „Future Work“)
- Welche Herausforderungen verbleiben?
- Praxisrelevanz, mögliche Einsatzgebiete der Arbeit
- Persönliche Erfahrungen während des Erstellens der Arbeit

**Abschließend:**

- Anhang (ggfs. mit Quellcodes, Tabellen, Beispielen, weiterer Dokumentation)
- Quellenverzeichnis