Masterarbeit

Brandenburgische
Technische Universität
Cottbus

Fakultät 3
Lehrstuhl Kommunikationstechnik

Name: Karnagel, Kathleen

Matrikel: 2516025

Ausgabe: 23.04.2012

Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Wolff
Lehrstuhlinhaber
T +49 (0)355 69 21 28
F +49 (0)355 69 21 50
E matthias.wolff@tu-cottbus.de
www.tu-cottbus.de/kommunikationstechnik

Semantische Modellierung von System-Benutzer-Interaktionen am Beispiel einer Home-Entertainment-Anwendung

Semantic Modeling of System-User-Interactions based on a Home-Entertainment-Application

Es ist allgemein anerkannt, dass ein tiefgreifender Fortschritt der Sprachtechnologie zu erwarten ist, wenn die Systeme „verstehen“ was sie erkennen bzw. synthetisieren. Solche Systeme benötigen neben den Funktionen zur Analyse und Synthese von Sprache auch eine semantische Ebene. Damit wird es insbesondere bei Sprachdialogsystemen möglich, die Konfiguration der Spracherkennung bzw. Sprachsynthese semantik- bzw. dialoggetrieben zu gestalten. Dies gilt im weiteren Sinne für alle Systeme, die der Mensch-Technik-Interaktion dienen und dabei unterschiedliche Medien (Sprache, Bilder, Haptik etc.) nutzen oder sich in unbekannten Umgebungen orientieren können.

In der vorliegenden Masterarbeit soll der Fluss der semantischen Information am Beispiel einer Home-Entertainment-Steuerung modelliert werden, so dass typische Funktionen einer solchen Anwendung nun ausschließlich auf der semantischen Ebene erfasst werden. Dieser Ansatz erlaubt einerseits eine Modellierung, welche unabhängig vom benutzten Medium stattfinden kann. Zum anderen wird aber auch die Notwendigkeit von wohldefinierten Schnittstellen für den Übergang zum jeweiligen Medium erforderlich. Die Spezifikation einer solchen Schnittstelle für das Medium Sprache soll durch ein Wizard-of-Oz-Experiment (WoO) unterstützt werden.

Im Einzelnen sind folgende Teilaufgaben zu behandeln:

- Strukturelle Beschreibung des Systems mit folgenden Komponenten
  - Aufnahmegerät mit Zugriff auf eine interne Datenbank
  - Sendegerät mit Zugang auf eine externe Datenbank
  - Analyse-Synthese-System für die Interpretation und Ausführung von Benutzeraktionen
  - ***E**lectronic **P**rogram **G**uide* , semantisches Filter über der externen Datenbank
- Funktionale Beschreibung des Systems (Benutzeraktionen)
  - Aufnahme
  - Unterstützung von Bibliotheksfunktionen
  - Löschen
  - Wiedergabe

- Modellierung
  - Modellierung der internen- und externen Datenbank
  - Modellierung der Benutzeraktionen
  - Verknüpfung von Datenbank- und Aktionsmodell zu einem integrierten Struktur- und Aktionsmodell
  - dynamische Modellierung
- Erfassung der System-Benutzer-Interaktion
  - Spezifikation und Durchführung eines WoO-Experiments zur Erfassung von sprachlichen Benutzeraktionen
  - Bearbeitung der sprachlichen Benutzereingaben
- Modellverifikation
  - Verifikation der Modellstruktur durch Gedankenexperimente und Plausibilitätspüfung
  - Anpassung und Verifikation der Modellstruktur durch das WoO-Experiment

Betreuer: Dr. Ing. Ronald Römer
M. Sc. Jens Lindemann
M. Sc. Stephan Rogge

_____
Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Wolff

MASTERARBEIT

SEMANTISCHE MODELLIERUNG VON SYSTEM-BENUTZER-INTERAKTIONEN AM BEISPIEL EINER HOME-ENTERTAINMENT STEUERUNG

Semantics modeling of system-user-interaction using the example of home-entertainment system

Brandenburgische Technische Universität Cottbus
Fakultät 3: Maschinenbau, Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen

Lehrstuhl Kommunikationstechnik
Lehrstuhl Medientechnik

Arbeit verfasst von:	Kathleen Karnagel
Matrikelnummer:	2516025
Studiengang:	Informations- und Medientechnik
Betreuer:	Dr.-Ing. Ronald Römer, M.Sc. Stephan Rogge, M.Sc. Jens Lindemann
Abgabe:	Cottbus, 30. Oktober 2012

Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit soll die Interaktion zwischen Mensch und Maschine durch die Funktionsnutzungen einer Home-Entertainment-Anwendung auf semantischer Ebene modelliert werden. Die Arbeit auf der semantischen Ebene ermöglicht es, unabhängig vom Kommunikationsmedium, ein Modell zu entwerfen. Gleichzeitig verlangt es wohldefinierte Schnittstellen für eine funktionierende Kommunikation zwischen Nutzer und System. Der Umgang mit unsicherer Information kann durch die semantische Modellierung untersucht und verbessert werden. Die Aufgabe ist es, das theoretisch existierende System für intuitive Bedienung robust zu entwerfen. Beim Systemaufbau wird zwischen statischer und dynamischer Modellierung unterschieden. Die statische Modellierung ermöglicht neben der Objektidentifikation auf einer Datenbank die Aktionsidentifikation, welche die Funktionsnutzung des Nutzers widerspiegelt. Ein skizziertes Gesamtsystem modelliert die Interaktion zwischen Nutzer und System. Und ein integriertes Struktur- und Funktionsmodell vereinigt alle statischen Elemente und verknüpft diese durch eine Berechtigungs- und Assoziationstabelle. Die dynamischen Modellkomponenten, wie Abläufe und Prozesse, sind abhängig vom Informationsstatus und den Nutzereingaben. Damit die semantische Modellierung realitätsnah bleibt, kann ein Experiment unter der *Wizard-of-Oz* Methode durchgeführt werden. Aus den daraus gesammelten Datensätzen werden *Utterance Meaning Pairs* (UMPs) gebildet [Wir11]. Die damit verbundenen Bedeutungsfindungen ermöglichen der Home-Entertainment-Anwendung besser mit unscharfen Informationen umgehen zu können. Des Weiteren ermöglichen die Ergebnisse, dass die Systemmodelle noch während ihrer Entstehungsphase verifiziert und gegebenenfalls modifiziert werden können.

Abstract

This paper deals with the interaction between man and machine which are modeled by the function a home entertainment application at the semantic level. The work at the semantic level enables regardless of the communication medium, to create a model. At the same time, it requires well-defined interfaces for efficient communication between user and system. Dealing with uncertain information can be analyzed by the semantic modeling and can be improved. The task is to design the theoretically existing system for intuitive robust operation. The system structure differentiates between static and dynamic modeling. Static modeling allows next to the object ID of a database the action ID, which reflects the functional use of the user. A sketched overall system modeled the interaction between user and system. And

an integrated structural and functional model combines all the static elements and combines them with a permission and association table. The dynamic model components, such as procedures and processes, are dependent on the status of information and user input. Thus, the semantic modeling is realistic, an experiment in the *Wizard-of-Oz* method is carried out. From the collected data sets therefrom *Utterance Meaning Pairs* (UMPs) are formed [Wir11]. The associated meaning inventions enable the home entertainment application to better deal with diffuse data. Furthermore, the provided results indicate that the system can still be verified and optionally, modified during its development.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 12
1.1 Motivation 12
1.2 Aufbau der Arbeit 13

2 Sprache als Kommunikationsmittel zwischen Mensch und Maschine 14
2.1 Mensch-Maschine-Interaktion 15
2.1.1 Interaktive Systeme 15
2.1.2 Sprachbasierte Systeme 16
2.1.3 Ein- und Ausgabe 18

3 Home-Entertainment 21
3.1 Stand der Technik 21
3.2 Recorder als kognitives System 22

4 Spezifikation des Gesamtsystems 23
4.1 Struktur und Aufbau des Gesamtsystems 23
4.2 Funktionen des Gesamtsystems 25

5 Statische Modellierung des Systems 26
5.1 Aktionenmodell 27
5.2 Datenbankmodell 28
5.2.1 Aufbau 28
5.2.2 Verwaltung 33
5.2.3 Objektmodell 35
5.3 Relationale Datenbank 38
5.3.1 Datenmodellierung 39
5.3.2 Relationale Tabellen 44

6 Dynamische Modellierung des Systems 57
6.1 Systemmodell 57
6.2 Informationsstatus (Merkmal-Werte-Relation) 62

7 Integriertes Struktur- und Funktionsmodell 69
7.1 Assoziationstabelle 70
7.2 Berechtigungstabelle 70

8 Utterance Meaning Pairs 72

9 Experiment 74
9.1 Wizard-of-Oz 74
9.2 Vorbereitung 75
9.2.1 Zielgruppen 76
9.2.2 Aufbau 77
9.2.3 Datenbank 80
9.2.4 Aufgabe und EPG 81
9.2.5 Systemausgaben 83
9.3 Durchführung 84
9.4 Nachbearbeitung 85
9.4.1 Materialsichtung 85
10.4.2 Erstellen einer Finite State Machine (Zustandsautomat) 90

10 Experimentauswertung 92
10.1 Auswertung der Durchführung im Vergleich zur Vorbereitung 92
10.2 Reaktion der Probanden 94
10.3 Modellverifikation 95
10.4 Zustandsautomat 96

11 Fazit und Ausblick 98

Abbildungsverzeichnis 100

Tabellenverzeichnis 103

Formelverzeichnis 103

Quellenverzeichnis 104

Anhang 108

Eidesstattliche Erklärung 136

Anhangsverzeichnis

Anlage 1 Beispiel Datenbankobjekt 108

Anlage 2 Electronic Programm Guide 109

Anlage 3 Systemausgaben 110

Anlage 4 Audiodateien 111

Anlage 5 Vollständige Transkriptionen 111

Anlage 6 UMP-Bildung 112

Anlage 7 Audacity Transktiption Screenshots 116

Anlage 8 Lineare Sequenzen 124

Anlage 9 Ermittlung der Gewichte 130

Anlage 10 Zustandsautomat 132

Anlage 11 Verhaltensfunktionen 133

Anlage 12 Probandenbefragung 135

1 Einleitung

Das klassische Fernsehen wird zunehmend von modernen interaktiven Geräten abgelöst. Neben den optischen Veränderungen von SD zu HD und 2D zu 3D wird es in absehbarer Zeit Gesten-gesteuerte TV-Geräte geben. Diese Erfindungen sind ausbaufähig, weil der Mensch es anfangs befremdlich finden wird, vor seinem Fernseher zu gestikulieren. Ziel der Elektronik-Entwickler ist es, dem Nutzer die Handhabung technischer Geräte zu erleichtern. Daher ist abzusehen, dass zukünftige Home-Entertainment Geräte, die Sprache, das dem Menschen vertrauteste Kommunikationsmittel, verstehen und somit dessen natürlich-sprachliche Eingaben verarbeiten können.

1.1 Motivation

Die Masterarbeit soll dem Problem entgegentreten, dass spracherkennende interaktive Geräte Nutzereingaben missverstehen. Das Ziel soll sein, die semantische Ebene einer Mensch-Maschine-Interaktion anhand einer ausgewählten Home-Entertainment-Anwendung zu skizzieren und zu untersuchen. Die Verbesserung des Verstehens fördert die Benutzerfreundlichkeit und erleichtert somit dem Endnutzer die Bedienung des Systems. Da es sich hierbei um eine grundlagenschaffende Arbeit handelt, wird ausschließlich der semantische Aspekt des Themas bearbeitet.

Als Beispiel für eine solche Home-Entertainment-Anwendung soll ein Recorder dienen, welcher durch den Benutzer mit Hilfe von beliebigen Spracheinheiten gesteuert werden kann. Der Kern dieses Beitrags ist die Erschließung der Interaktion zwischen Nutzer und System. Um diese Kommunikationsebene zu simulieren, wird eine semantische Modellierung für den theoretisch existierenden Recorder entworfen. Mit der Annahme, dass der Recorder bereits auf der Spracherkennungsebene funktionstüchtig ist, steht insbesondere das Verstehen des Recorders der akustischen Nutzereinheiten im Mittelpunkt. Werden bestimmte Informationen vom Nutzer an das System weitergegeben und versteht dieses die Bedeutung der Aussagen, kann das Gerät die Wünsche des Benutzers erfüllen. Im integrierten Struktur- und Funktionsmodell findet sich die Modellierung der Filmdatenbank, der Nutzeraktionen und der dazugehörigen Parameter wieder. Abbildung 1 veranschaulicht den Zusammenhang dieser drei Systemkomponenten. Eine genauere Erläuterung dieser zielrelevanten Problematik der Identifikation von Aktionen und Objekten folgt im Kapitel 5.

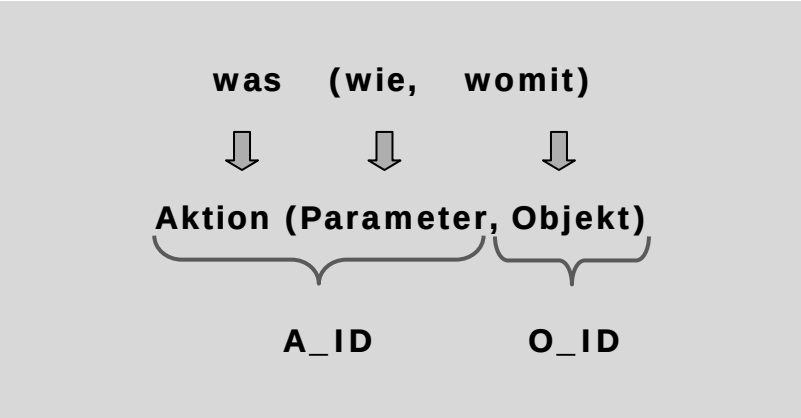


Abbildung 1: Struktur- und Funktionskomponenten und deren Zusammengehörigkeit

1.2 Aufbau der Arbeit

Zunächst wird es einen kurzen Einblick in das Thema der Mensch-Maschine-Interaktion und deren aktuellen Fortschritt geben. Daraufhin folgt ein Kapitel über die Welt des Home-Entertainments. Im Zuge dessen wird erklärt, um welche Home-Entertainment-Anwendung genau es sich in dieser Masterarbeit handelt. Zum generellen Verständnis des angestrebten Gesamtsystems folgt im nächsten Kapitel die Systemspezifikation, unterteilt in den strukturellen und funktionellen Aufbau. Kapitel 5 beschäftigt sich mit der statischen Systemmodellierung. Zur Definition ausführbarer Aktionen und Objekte müssen u. a. passende Datenbankmodelle entwickelt werden. Die abschließende dynamische System-modellierung geht näher auf die Prozessdarstellung während einer Mensch-Maschine-Interaktion im System ein. Im 7. Kapitel wird dann näher auf das integrierte Struktur- und Funktionsmodell des Gesamtsystems eingegangen. Das in der Systemebene befindliche Modell verbindet Struktur-und Funktionsmodelle durch Berechtigungs- und Assoziationstabellen. Damit das System Nutzeranfragen richtig verarbeitet, müssen dessen Bedeutungen identifiziert werden. Dieses Verfahren ist durch das Bilden von *Utterance Meaning Pairs* realisierbar.

Dieser Teil der Sprachverarbeitung wird in Kapitel 8 näher beleuchtet und bietet einen nahtlosen Übergang zum praktischen Kapitel dieser Arbeit. Die darin beschriebenen Experimente schlagen den Bogen zur realen Welt und verdeutlichen den Prozess der Mensch-Maschine-Kommunikation. Anhand der Experiment-Ergebnisse können alle bisher entworfenen Modelle verifiziert und eventuell verbessert werden. Zum Schluss folgt ein Resümee zur Mensch-Maschine-Problematik und deren voraussichtlichem Zukunftsbild.

2 Sprache als Kommunikationsmittel zwischen Mensch und Maschine

Sprache als Kommunikationsform ist für den Menschen die natürlichste Art sich zu verständigen und somit auch die ihm vertrauteste. Teilen sich Personen auditiv ihrem Kommunikationspartner mit, kommen außerdem bei diesem Informationsaustausch Gesten zum Einsatz. Ein Vorteil sprachbasierter Maschinen ist in erster Linie die Benutzer-freundlichkeit. Auch ohne ein ausgeprägtes technisches Verständnis wird dem Endnutzer ermöglicht, das Gerät zu bedienen. In der Regel erlernt der Mensch die „natürliche Sprache“ vor der Benutzung eines technischen Systems. Somit sind Sprachdialogsysteme handhabungsfreundlich, da sich der Anwender komplett auf die Erfüllung einer Aufgabe konzentrieren kann. Doch die Entwicklung sprachbasierter Geräte ist auf der einen Seite sehr kostenintensiv und auf der anderen Seite technisch sehr anspruchsvoll. Allein die Bewerkstelligung der bis zu 40.000 semantischen Konzepte der deutschen Grammatik verlangt eine überdurchschnittliche große Sammlung an Daten [Hol91].

Die Interaktionsform „natürliche Sprache“ birgt Vorteile und Nachteile für den Nutzer. Dieser profitiert von der Anwendung der ihm vertrautesten Kommunikationsart. Auch ohne Vorkenntnisse über die Maschine gelingt es Unerfahrenen diese Eingabeform zu nutzen. Gleichzeitig fühlen sich die Anwender dem System überlegen. Allerding sind Benutzer oft gehemmt mit solchen Systemen zu arbeiten, da sie laut und deutlich zum Gerät sprechen müssen. Technisch gesehen gibt es eine Vielzahl von Nachteilen, wenn Maschinen sprachbasiert arbeiten sollen. Der Schwierigkeitsgrad der Sprache ist erheblich, da vor allem Mehrdeutigkeiten und der Ausdruck schwieriger Sachverhalte technologisch schwer realisierbar sind. Das Sprachverstehen technischer Geräte findet sich in der Anwendung technisch kognitiver Systeme wieder. Durch das Dialogsystem wird ermöglicht, dass das Gerät im Dialog mit einem Menschen das Gesagte versteht, den Sachverhalt richtig deutet und auf die Nutzereingabe optimal reagiert.

2.1 Mensch-Maschine-Interaktion

Die System-Benutzer-Interaktion ist ein Teil der Mensch-Maschine-Kommunikation. Redet man von einem wechselseitigen Datenaustausch zwischen einem Menschen und einer Maschine, handelt es sich um die Mensch-Maschine-Kommunikation. Erfolg auf eine Eingabe eine Bestätigung, also ein Feedback, spricht man vom Zustand der Interaktion. Die Mensch-Maschine-Interaktion findet in einem interaktiven System statt und ist durch einen direkten und wechselseitigen Datenaustausch beider Kommunikationsteilnehmer gekennzeichnet.

2.1.1 Interaktive Systeme

Ein interaktives System ist im Grunde ein sozio-technisches System. Es besteht aus der sozialen Komponente Mensch und aus der technischen Komponente, aufgeteilt in Hard- und Software. Bei der Entwicklung eines solchen Systems hat eine geeignete Benutzer-schnittstelle eine besondere Relevanz. Letztendlich bestimmt der Nutzer das Aussehen eines interaktiven Systems, da die menschlichen Fähigkeiten ausschlaggebend sind, ob der Endnutzer das Gerät bedienen kann oder nicht. Es gibt verschiedene Arten interaktiver Systeme. Sie unterscheiden sich durch die Informationen, die dem Nutzer zur Verfügung stehen, und durch die Steuerelemente, mit denen der Nutzer die Aufgaben durchführen kann. Die vier bekanntesten Systemformen der Mensch-Maschine-Interaktion sind die sogenannten Kommandozeilen (Abbildung 2), Menü-orientierten Systeme, sprachbasierten Benutzerschnittstellen und Multimodale Dialogsysteme (Abbildung 3). [Gau05], [Sta96]

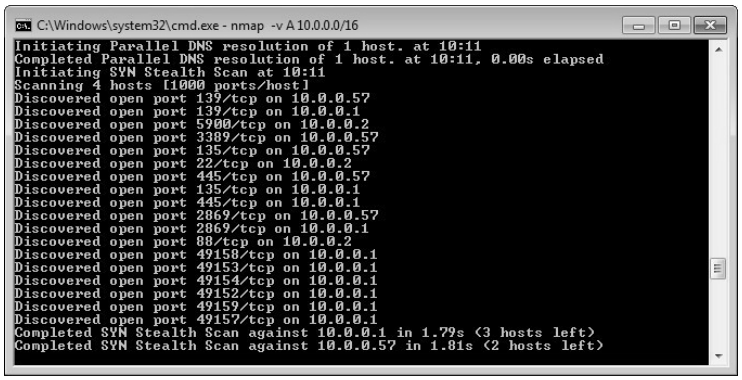


Abbildung 2: Kommandozeile [Com11]

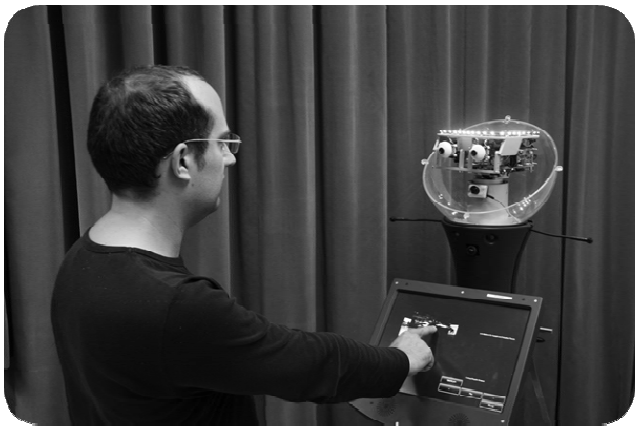


Abbildung 3: Multimodales Dialogsystem [TUM12]

Da der für die Masterarbeit theoretisch entwickelte Recorder auf einem sprachbasierten interaktiven System arbeitet, bleiben die übrigen genannten Dialogsysteme im weiteren Verlauf unbeachtet. [Gau05], [Sta96]

2.1.2 Sprachbasierte Systeme

Sprachbasierte Systeme unterscheiden sich in ihrem technischen Aufbau und ihren Fähigkeiten. Ist ein Gerät in der Lage die vom Benutzer akustische Eingabe zu erkennen und diese textuell wiederzugeben, spricht man von der **Sprachtranskription**. Das Gegenstück dazu ist die **Spracherzeugung**, wenn das System eine alphanummerische Eingabe erhält und diese akustisch an den Nutzer ausgeben kann. Die letzte Form sprachbasierter Systeme ist das **Sprachverstehen**. Das Gerät interpretiert die Spracheingaben und ist im Stande darauf zu antworten. Diese Geräteart dient als Grundlage für den theoretischen Recorder, da dieser auf die Nutzereingaben reagieren soll und somit in eine Interaktion mit dem Menschen tritt. Diese Sprachsysteme werden mit Hilfe kognitiver Systeme umgesetzt.

Kognitives System

Der Begriff kognitives System stammt ursprünglich aus der Erforschung des menschlichen Erkenntnisprozesses. Die Umsetzung dieser Lernmethode in ein technisches Umfeld nennt man kognitiv technisches System. Wie beim menschlichen Erkenntnisprozess haben kognitive technische Systeme folgende Eigenschaften:

- Wahrnehmen
- Begriffsbildung
- Merken
- Lernen
- Schlussfolgerndes Planen
- Intelligentes Handeln

Technische Nachbildungen natürlich kognitiver Systeme sind beispielsweise innovative KI-Modelle. Auch das geplante Recordersystem soll selbstständig Entscheidungen treffen können, indem es Erfahrungen sammelt und diese subjektiv bewertet. Das Ziel ist es, dass der Recorder wie ein autonomes System arbeitet und handelt. Da die Fähigkeit des individuellen Lernens nicht zwangsläufig ein biologisches Nervensystem voraussetzt, sind ebenso technische Systeme, in Form lernender kognitiver Simulationsmodelle, dazu in der Lage. Somit ist das Ziel, auf semantischer Ebene ein sprachverstehendes kognitives System zu konstruieren.

Diese Arbeit definiert die Werkzeuge für eine semantische Modellierung eines sprachverarbeitenden Systems, welches auf dem Prinzip des technisch kognitiven Systems nach Haykin [Hay12] basiert. Das abgebildete Dialogsystem (Abbildung 4) verfügt über die semantische Komponente, welche aus Eingaben Bedeutungen extrahieren und wie folgt arbeitet: Der Nutzer hegt eine Intention, welche er dem System mitteilt. Dieser Wunsch wird durch den Spracherkenner zu einer Wortfolge generiert. Das Dialogsystem analysiert die Anfrage und das System gibt den Nutzer über die Sprachsynthese eine Antwort.

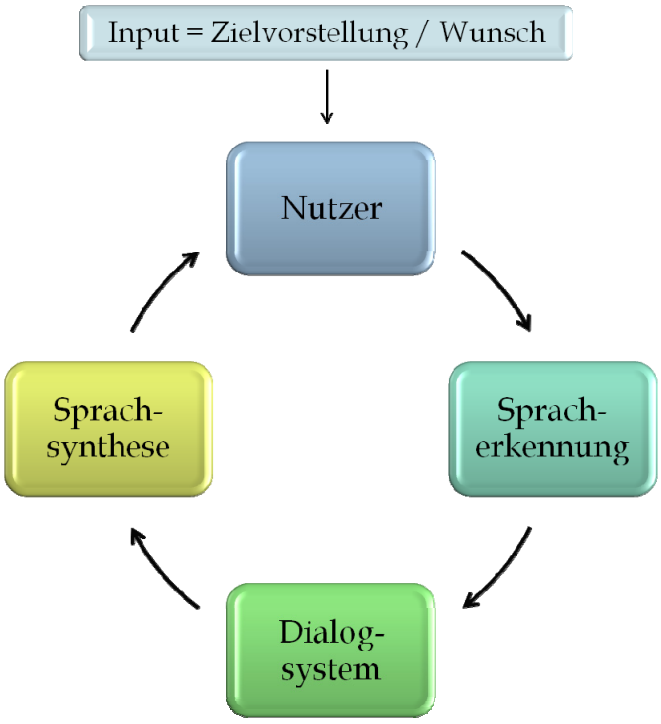


Abbildung 4: Technisch kognitives System, Dialogsystem [Hay12]

2.1.3 Ein- und Ausgabe

Eine Interaktion zwischen Mensch und Maschine wird durch die Art und Weise der Eingaben bestimmt. Prinzipiell können diese eingegebenen Informationen in Daten- und Kontrolleingaben unterschieden werden. Daten sind Werte, die an das System übergeben werden. Und Kontrollinformationen steuern geräteinterne Aktionen. Ein typischer Kommunikationsablauf besteht in einer sequentiellen Eingabe von Daten- und Kontrolleingaben, woraufhin das System dazu veranlasst wird, dem Nutzer ein Feedback über die Ergebnisse zu geben [Sta96]. Eine solche Systemausgabe versichert dem Nutzer eine erfolgreiche Verarbeitung seiner Informationen und gibt ihm einen Eindruck über den aktuellen Systemzustand.

Arbeitet der Nutzer mit einer sprachbasierten Maschine, erfolgt seinerseits eine sprachliche Eingabe an das System. Dieses muss im Stande sein, die empfangene Information zu verarbeiten. Damit ein Dialog zwischen beiden Akteuren entsteht, bedarf es einer generierten Systemantwort. Erkennt ein Gerät die Spracheingabe, bedeutet das nicht, dass es sie auch versteht. Sprache zu erkennen, bedeutet, maximal wahrzunehmen, dass etwas gesagt wurde und das Gesagte digital zu speichern oder anzuzeigen. Ist ein System aber neben der Spracherkennung auch in der Lage das Akustische zu verstehen, weiß das Gerät,

welche Bedeutung die Eingabe hat und kann darauf reagieren. Ein kurzes Beispiel erläutert diesen wichtigen Unterschied der Sprachverarbeitung: Angenommen der Nutzer möchte einen Film mit dem Recorder aufnehmen. Kann das Gerät die Nutzereingaben nur *erkennen*, müsste mit Signal- oder Schlüsselwörtern gearbeitet werden, damit das System weiß, um welchen Kontext es sich handelt. Das Signalwort für den besagten Wunsch, wäre zum Beispiel „Aufnahme“, welches jedoch die eigentliche Menge der möglichen Nutzereingaben beschränkt. Somit ist es erstrebenswert, dass der Recorder neben dem Erkennen auch *versteht*, was der Nutzer eingibt. Kann das Gerät verstehen, ist es dem Nutzer freigestellt, wie er seinen Wunsch, dass z.B. ein Film aufgenommen werden soll, äußert. Ihm werden keine Signalwörter vorgeschrieben und das System ist trotzdem in der Lage auf die intuitive Bedingung des Nutzers zu reagieren.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die angestrebte natürliche sprachliche Eingabe durch den Nutzer und die systemgenerierte Ausgabe des Systems. Abbildung 5 zeigt die Eingabe, welche der Recorder erkennt und analysiert. Die Fähigkeit des Sprachverstehens soll dem System ermöglichen, auf diese Eingabe zu reagieren und dem Nutzer ein Feedback entgegen kommen zu lassen. In dem hier gewählten Anschauungsbeispiel (Abbildung 6) erfolgt die Rückkopplung textuell, aber auch eine sprachliche Systemausgabe wäre möglich. Die Ausgaben sind entweder Aufforderungen an den Probanden, mehr Informationen einzugeben oder das vom System identifizierte Objekt bzw. eine Liste der in frage-kommenden Objekte. [Sta96]

Eingabe:

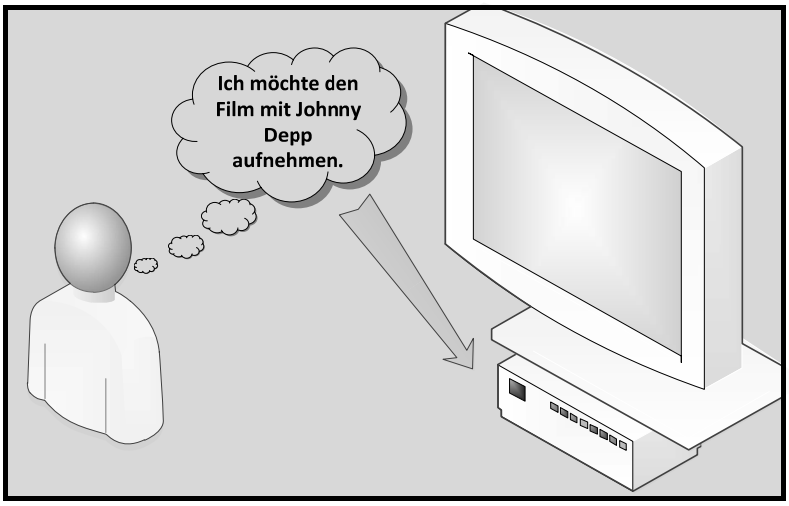


Abbildung 5: Nutzereingabe an das System

Ausgabe:

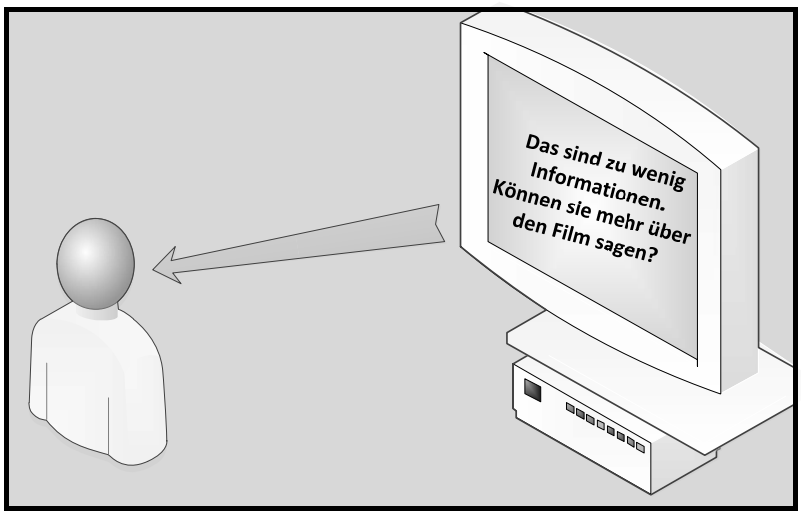


Abbildung 6: Systemausgabe an den Nutzer

3 Home-Entertainment

Die Entwicklung des Home-Entertainments begann in den 30er-Jahren mit der Produktion von Schmalfilmen der Firma AGFA für die heimischen Projektoren. Die Entwicklung des „Heimkino“ schritt 1960 mit der Erfindung des Fernsehers weiter voran. Bis zum heutigen großformatigen HD-Fernseher hatte die Entwicklung neuer Geräte fortlaufenden Bestand. Der Erfolg der Unterhaltungsgeräte und die steigenden Anforderungen der Nutzer bewirken, dass regelmäßig Neuentwicklungen auf den Markt gebracht werden. Dem Endnutzer stehen Surround-Sound-Anlagen für jeden Raum, HDTV-Flachbildschirmen, bewegungsgesteuerte Spielkonsolen und vieles mehr zur Auswahl.

3.1 Stand der Technik

Unterhaltungsmedien verbuchen seit den letzten Jahren kontinuierlich steigende Verkaufszahlen. Die Erfindungen im Home-Entertainment erstrecken sich von Spielkonsolen über Audiotechnik bis hin zur Videotechnik. Spielkonsolen, wie die Xbox®, verfügen über eine integrierte Kamera, die Kinect®, welche die Bewegungen des Menschen mit Hilfe von 3D-Technik aufnehmen und der Nutzer somit den Spielverlauf steuern kann. Der Einsatz dieser neuen Technik bringt hauptsächlich TV-Gerätehersteller einen steigenden Umsatz, durch das aktuell im Trend liegende 3D-Fernsehen. Nicht nur eine große Anzahl an Geräten, auch qualitativ optisch und akustisch hochwertige Fernseher werden mit diesem neuen Format verkauft. Ein weiterer Fortschritt sind interaktive Fernseher, welche auf Bewegung und Sprache reagieren sollen. Der Gerätehersteller Samsung hat bereits einen Fernseher mit Gesten- und Sprachtechnik entwickelt (siehe Abbildung 7) [Com12].

Abbildung 7: Samsung Smart TV Steuerung [Sam12]

Auch der Elektronik-Hersteller Apple arbeitet an Neuerungen auf diesem Gebiet. Das bereits von dem Unternehmen vertriebene Spracherkennungssystem Siri®, soll neben der bekannten Anwendung im iPhone® auch in der absehbaren Neuentwicklung, dem iTV®, die Spracheinheiten des Nutzers erkennen. Die Qualität dieser zukünftigen Technologien ist bisher noch unterschiedlich ausgereift. Ausgehend davon wird in dieser Arbeit die flexible Reaktion auf intuitive Nutzereingaben betrachtet und auf semantischer Ebene modelliert und untersucht. [Com13][App12]

3.2 Recorder als kognitives System

Um eine Interaktion zwischen Benutzer und System zu simulieren, wird in dieser Arbeit mit einem theoretisch existierenden Recorder gearbeitet. Vereinfacht kann man sich zunächst einen handelsüblichen Videorecorder bzw. DVD-Recorder vorstellen. Die Aufgaben, die mit diesem Recorder erfüllt werden sollen, sind in Anlehnung an die bisher existierenden Aufnahmegeräte entstanden. Der Recorder soll im Stande sein, Objekte aufzunehmen, zu löschen, wiederzugeben und eine sogenannte Bibliotheksfunktion durchführen zu können. Die Besonderheit dieses Recorders ist, dass er mit den Spracheingaben des Nutzers diese Funktionen umsetzen kann. Der Nutzer muss sich nicht mehr mit einer Fernbedingung durch ein umfangreiches Menü navigieren, sondern kann dem Gerät mitteilen, welche Aktionen durchgeführt werden sollen. In dieser Arbeit ist die Ausgabeform des Recorders noch irrelevant, da der Schwerpunkt nur auf den Benutzereingaben liegt. In Zukunft soll der Recorder aber im Stande sein, dem Benutzer sowohl auditiv als auch textuell zu antworten und gegebenenfalls aktiv fehlende Informationen anfordern.

Rahmenbedingungen

Wie bereits erwähnt wurde, gelten für den theoretischen Recorder bestimmte Rahmenbedingungen. Es wird davon ausgegangen, dass das Gerät uneingeschränkt die natürliche Sprache versteht, damit die angestrebte semantische Modellierung vorgenommen werden kann. Der Recorder ist ein automatisches Spracherkennungssystem, welches sprecherunabhängig arbeitet und im Stande ist, fließend gesprochene Sprache zu erkennen. Weiter soll dieses interaktive Dialogsystem die Eigenschaft besitzen, spontan auf Nutzer-eingaben zu reagieren. Dass bedeutet einen größeren Komfort für den Menschen, da dieser nicht auf die Benutzung von Signal- oder Schlüsselwörtern angewiesen ist und somit intuitiv mit dem System agieren kann. Da diese Funktion in ihrer Entwicklung aber bisher noch ungenügend modelliert ist, ist es das Ziel dieser Arbeit, dieses Problem theoretisch zu analysieren und Lösungsvorschläge auszuarbeiten.

4 Spezifikation des Gesamtsystems

Die zu modellierende Home-Entertainment-Anwendung hat im Wesentlichen die gleichen Eigenschaften wie ein handelsüblicher Videorecorder. Der Nutzer soll die Möglichkeiten haben, ein Objekt (Filme, Sendungen etc.) aufzunehmen, zu löschen, wiederzugeben oder mit ihm intern zu arbeiten. Das Besondere an diesem Recorder ist, dass er über akustische Spracheinheiten gesteuert wird. Auf Grund der zu erwartenden unscharfen Informationen seitens des Nutzers entsteht zwangsläufig eine Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Diese technische Kommunikationsweise simuliert die Mensch-zu-Mensch-Kommunikation und verschafft dem Nutzer eine komfortablere Bedienung eines technischen Gerätes. Im Prozess der semantischen Modellierung wird davon ausgegangen, dass die Home-Entertainment-Anwendung eine optimale Spracherkennung hat. Dafür muss aber ein Weg gefunden werden, die Bedeutung der sprachlichen Einheiten zu ermitteln.

4.1 Struktur und Aufbau des Gesamtsystems

Das Gesamtsystem (Abbildung 8) beschreibt den Recorder und seine Umgebung, also den Nutzer der das System bedient. Man kann dieses Modell in zwei Ebenen unterteilen, in die Benutzer- und in die Systemebene. Die Benutzerebene beschreibt die Elemente und Einflüsse mit denen der Nutzer das System von außen steuert. Dieser Systemabschnitt stellt auch den Aufbau des Experimentes (Kapitel 9), welches die Interaktion zwischen Nutzer und System näher beleuchtet, dar. Die Systemebene beinhaltet ein integriertes Struktur- und Funktionsmodell. Dieses verfügt über alle statischen Komponenten, welche das Gerät zur Erfüllung der Benutzerwünsche benötigt. Das Hauptelement des Recorders ist die eigene interne Datenbank, auf der alle Objekte verwaltet werden. Zusätzlich besteht ein Zugang zu einer externen Datenbank. Diese wird von den Fernsehanstalten mit Informationen versorgt und ermöglicht dem Nutzer u. a. auf deren Mediatheken zuzugreifen. Außerdem befinden sich dort die Modelle zur Aktionen- und Objektidentifizierung.

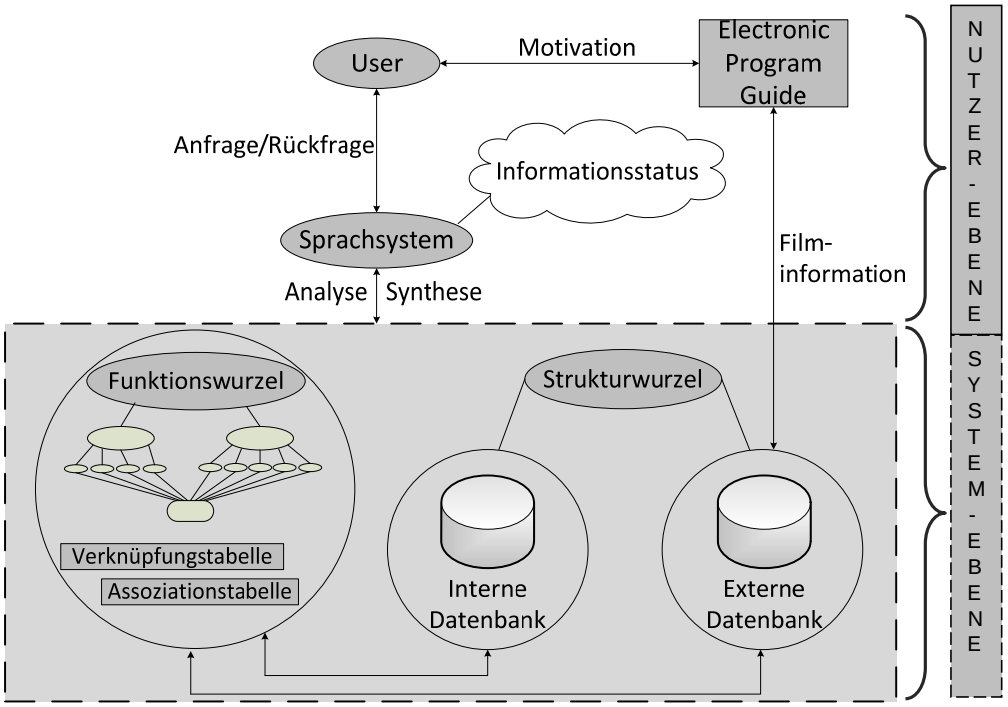


Abbildung 8: Gesamtsystem unterteilt in Benutzer- und Systemebene

Nutzer-Ebene

Der Benutzer befindet sich auf der Nutzer-Ebene und bekommt von mehreren Seiten Inputs, die sich auf seine Eingaben an das System auswirken. Beispielsweise könnte die Umwelt, also das soziale Umfeld, dem Benutzer über Gespräche Programminformationen zukommen lassen. Aber auch durch die Fernsehzeitung kann das Handeln des Nutzers beeinflusst werden. In dieser Arbeit handelt es sich dabei um eine elektronische Zeitung (englisch: Electronic Program Guide (EPG)).

Die akustischen Eingaben des Nutzers werden im Sprachsystem bearbeitet und an das System weitergeleitet. Durch das Sammeln dieser Nutzerinformation verfügt das System während einer Interaktion mit dem Nutzer über einen dynamischen Informationsstatus (siehe Kapitel 6). Erst wenn das System einen Nutzerwunsch erfüllen konnte, verschwindet dieser Merkstatus und bei der nächsten Nutzeraktion baut das System einen neuen Informationsstatus auf.

Systemebene

Die System-Ebene, welche die Recorderumgebung skizziert, ist in der Skizze blau hinterlegt. Der Recorder arbeitet auf drei großen Komponenten, dem Arbeitsspeicher, der internen Datenbank und der externen Datenbank. Der Arbeitsspeicher verwaltet die gefunden Objekt- und Aktionen_IDs. Diese werden in der Assoziationstabelle (siehe Kapitel 7.1) gespeichert und mit der Berechtigungstabelle (siehe Kapitel 7.2) abgeglichen. Durch einen unein-

geschränkten Zugriff auf beide Datenbanken, ist es dem Recorder möglich fortwährend Datenabgleiche vorzunehmen.

Die Unterteilung in **Funktions**- und **Strukturwurzel** zeigt auf der einen Seite das Finden bzw. Kombinieren von Aktionen und Objekten und auf der anderen Seite die strukturelle Ablage der Objekte. In der Funktionswurzel befinden sich die statischen Modelle der Objekt- und Aktionenmodelle. Deren identifizierte Komponenten sind bereits durch die **Berechtigungstabelle** entweder miteinander verknüpft oder nicht. Damit das System eine Benutzerfunktion ausführen kann, muss es die Objekte und Aktionen in der **Assoziations-tabelle** sammeln. Die Strukturwurzel beinhaltet beide **Datenbanken** auf denen die Objekte verwaltet werden.

4.2 Funktionen des Gesamtsystems

Vom Nutzer wird nicht verlangt, dass er sich elementar mit einem neuen Recordersystem befassen muss. Ihm sollen folgende bekannte Funktionen zur Verfügung stehen: **Aufnehmen**, **Löschen**, **Wiedergeben** und eine **Bibliotheksfunktion**. Aufnehmen bedeutet, dass ein Objekt über den externen TV-Zugang aufgenommen werden kann, unabhängig davon, ob es aktuell im laufenden Programm ausgestrahlt wird oder es sich in einer Mediathek befindet. Soll ein Film auf der internen Datenbank gelöscht werden, geschieht das logisch, nicht physisch. Damit sichert das System die Entscheidung des Nutzers ab. Eine Art Objekt-Historie könnte bei einem Wiederherstellungswunsch wichtige Informationen bereitstellen. Außerdem können von der internen bzw. externen Datenbank Filme und Sendungen wiedergegeben werden. Als letzte Funktion kann der Nutzer bibliotheksähnliche Aktionen durchführen. Zum Beispiel kann dieser Objekte kategorisieren oder listen. Dem Nutzer steht es außerdem frei, aufgenommene Objekte nach externen Mustern abzulegen oder nach einer selbstdefinierten Struktur.

Die Modellierung dieser Funktionen im Gesamtsystem erfolgt im nächsten Kapitel.

5 Statische Modellierung des Systems

Im Folgenden werden die Eigenschaften und Arbeitsweisen für den auf semantischer Ebene zu entwickelten Recorder festgelegt.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Recorderumgebung auf der semantischen Ebene zu modellieren. Das Systemumfeld ist gekennzeichnet durch zwei große Hauptkomponenten, den Recorder und den Nutzer, der das System bedient. Damit es zu einer erfolgreichen Kommunikation zwischen diesen beiden Elementen kommen kann, müssen Anfragen bzw. Wünsche des Nutzers möglichst korrekt bearbeitet werden. Zur Verarbeitung der Nutzeranfragen arbeitet das System auf statischen Modellen und Datenbanken. Um die Benutzerfunktionen ausführen zu können, benötigt der Recorder immer eine **Aktionsidentifikation** (A_ID) und eine **Objektidentifikation** (O_ID). Nur durch die Interaktion zwischen Mensch und Maschine kann das System diese beiden IDs herausfinden. Der folgende Zusammenhang (Abbildung 9) der Komponenten Aktion und Objekt gilt:

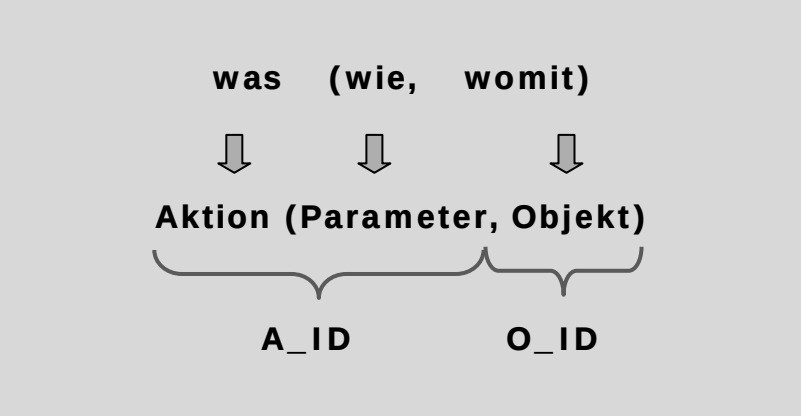


Abbildung 9: Struktur- und Funktionskomponenten und ihre Zusammengehörigkeit

Die A_ID setzt sich zusammen aus der Aktion, also ***was*** soll mit einem Objekt passieren und den Parametern, ***wie*** die Aktion durchgeführt wird. Die O_ID benötigt der Recorder zur Objektidentifizierung, demnach ***womit*** eine Aktion durchgeführt werden soll.

5.1 Aktionenmodell

Damit das System weiß, welche Parameter für welche Aktion benötigt werden, wurde ein Aktionenmodell (Abbildung 10) entworfen. Eine Aktionsidentifikation ist wichtig, damit das System erkennt, um welche Benutzerfunktion und deren damit verbundenen Parameter es sich handelt.

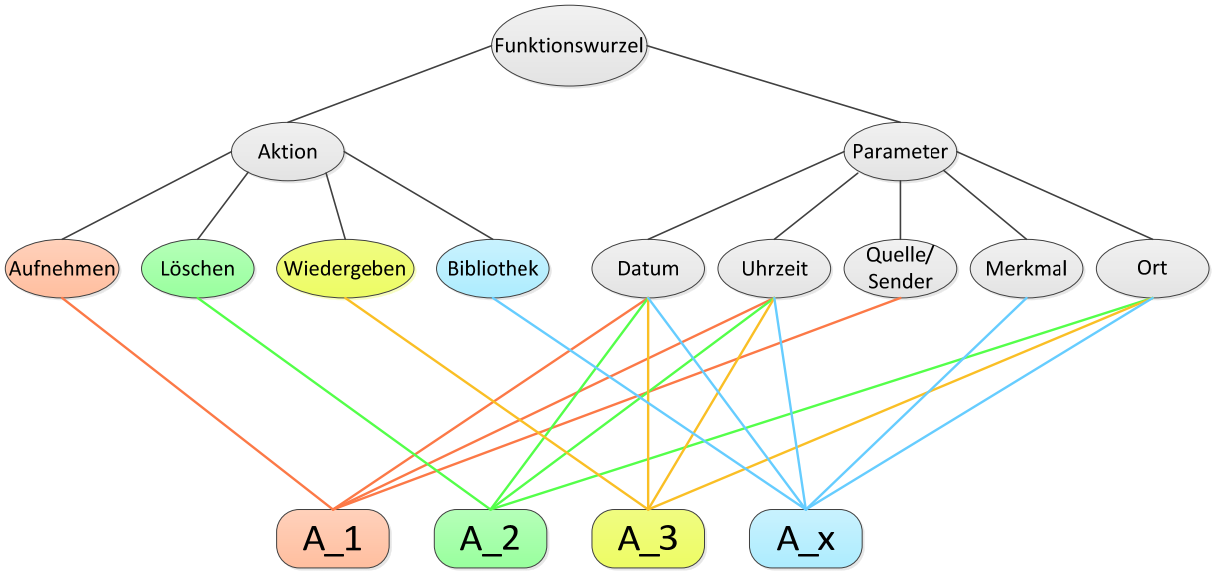


Abbildung 10: Aktionenmodell zur Identifikation der Aktionen_ID

Um eine Aktion zu identifizieren, ist es nicht erforderlich, dass alle nötigen Informationen vom Nutzer stammen. Gerade Aktionsparameter werden höchstwahrscheinlich seltener zum Wissensstand des Benutzers gehören. Er wird mehr Angaben zu den Objektmetadaten machen können, wie Schauspielernamen oder Regisseurnamen. Ist das System infolge hinreichender Informationen durch die Nutzereingaben im Stande ein Objekt zu identifizieren, kann es anhand der Daten die fehlenden Aktionsparameter auf der entsprechenden Quelldatenbank auslesen.

Das Modell zeigt, dass alle Aktionen mit den Parametern *Datum* und *Uhrzeit* verknüpft sind. Im Aktionsfall **Aufnehmen** benötigt das System reale Werte für diesen Parameter, da es wissen muss, wann das Objekt gesendet wird. Bekommt das System in den anderen Aktionsfällen keine expliziten Parameterangaben vom Nutzer, setzt es *Datum* und *Uhrzeit* auf *default*. Der Nutzer könnte auch während des laufenden TV-Programms Eingaben zur Aufnahme machen. Der Recorder würde somit in Echtzeit auf die Aktion Aufnahme reagieren. Die *Quelle* bzw. der *Sender* gibt an, auf welchem Sender sich das gewünschte Objekt befindet. Der Parameter *Merkmal* kann entweder den Wert *intern* oder den Wert *extern* besitzen. *Intern* lässt auf die Arbeit mit internen bzw. vom Nutzer selbst angelegten

Merkmalen schließen. Wird der Wert auf *extern* gesetzt, erfolgt eine interne Objektablage nach dem Merkmalsmuster der externen Datenbank. Bekommt der Recorder bezüglich dieser Komponente keine Instruktion, setzt er den Parameter automatisch auf *extern*. Für die Aktionen **Löschen**, **Wiedergeben** und **Bibliotheksfunktion** wird der Parameter *Ort* benötigt. Der gesetzte Wert besagt, ob sich das gewünschte Objekt auf der internen oder externen Datenbank befindet.

5.2 Datenbankmodell

Bevor die Objektidentifikation betrachtet werden kann, muss die fundamentale Modellierung einer Datenbank skizziert werden. Zur Bestimmung eines Objekts durch das System ist es zunächst nötig eine Datenbank zu entwerfen, welche die Filme und Sendungen speichert und verwaltet. Für die Wahl und Modellierung der Datenbankinhalte wird ein Diagramm des Entity-Relationship-Modell (ERM) nach Chen [Che76] genutzt.

Entity-Relationship-Diagramm (ER-Diagramm)
Diese semantische Modellierungsart ist für die gewünschte Struktur der Datenbank geeignet, da sie sehr übersichtlich aufgebaut ist und alle für die Arbeit relevanten Objektdaten verarbeiten kann. Die Objekte werden mit ihren Meta- und Quelldaten im ER-Diagramm gespeichert. Durch zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten der Datenwerte im ER-Modell können Filme oder Sendungen neben der direkten Identifizierung auch auf indirektem Weg ermittelt werden.

5.2.1 Aufbau

Als erstes erfolgt das Skizzieren des ER-Schemas in Form des ER-Diagramms (siehe Abbildung 11). Bei der Erstellung eines solchen Modells sind neben einer eindeutigen Benennung für den Leser noch folgende weitere Regeln zu beachten.

Entitätstyp (Rechteck)
Eine Entität ist ein bestimmtes, von anderen unterscheidbares, Objekt der realen Welt. Entitäten des gleichen Typs werden zu Entitätsmengen bzw. Entitätstypen zusammengefasst. Die Benennung von Entitätstypen erfolgt im Singular. Je präziser die Bezeichnung gewählt wird, desto verständlicher wird dem Leser das Verhältnis der Entitäten zueinander. Als Entitäten treten alle Komponenten auf, welche allgemeingültig für alle Medienobjekte

gelten. Der Entitätstyp **Medienobjekt** steht in diesem Modell symbolisch für alle Arten der Medienformate, die man sich anschauen kann. Die weiteren Hauptkomponenten **Schauspieler**, **Regisseur**, **Quellparameter** und **Extrainformationen** sind ebenfalls typgerechte Entitäten für alle Medienobjekte.

Beziehungstyp (Raute)

Unter Beziehungstypen versteht man Beziehungsmengen mit gleichen Eigenschaften. Entitäten können zueinander in Beziehung gestellt werden. Diese Verbindungen werden am besten mit Verben im Präsens beschrieben. Beziehungen werden danach charakterisiert, wie viele Entitäten der beiden betroffenen Entitätstypen sie miteinander verbinden. In diesem Modell existieren sowohl binäre Beziehungen zwischen zwei Entitätstypen, als auch Beziehungen zwischen Entitäten eines Entitätstyps. Die Größenordnungen wie Entitäten bzw. Entitätstypen zueinander in Beziehung stehen können, werden durch Funktionalitäten der Beziehungstypen nach Chen dargestellt (siehe Kapitel 5.3.1 *Funktionalitäten der Beziehungstypen*, Abbildung 15).

Attribute (Ellipse)

Zur genaueren Beschreibung einer Entität kann es ein oder mehrere Attribute geben. Diese Eigenschaften geben dem Leser beispielsweise Auskunft über wichtige Eckdaten eines Films oder eines Schauspielers. Diese Charakterisierung einer Entität erfolgt im vorliegenden Modell durch verschiedene Attributarten. Neben dem normalen Attribut, treten mehrwertige Attribute (doppelt umrandete Ellipsen) und abgeleitete Attribute (gestrichelte Umrandung) auf. Mehrwertige Attribute sind beispielsweise *Produktionsland* und *Tag*. Es kommt vor, dass ein Film in mehr als einem Land produziert wurde und die Eigenschaft Tag beruft sich immer auf mindestens drei filmbeschreibende Begriffe. Somit müssen für diese Eigenschaften Listen (Datentyp a*rray*) als Attributwert zugelassen werden. In diesem Modell ist ein abgeleitetes Attribut die Eigenschaft *Alter*, welche aus dem Geburtsdatum der Person berechnet wird.

Auch Beziehungstypen können Attribute besitzen und diese somit besser beschreiben. In der vorliegenden Arbeit wurden keine beziehungsbeschreibenden Eigenschaften verwendet, da beispielweise die Kosten oder das Datum eines gedrehten Film, zu den eher seltenen Nutzereingaben zählen würden.

Attributwerte

Ein Attributwert ist ein genauer Wert der Attribute. Hierbei handelt es sich um dynamische Werte, weshalb sie im Modell nicht skizziert sind. Entsprechend der abgelegten Medienobjekte befinden sich darin die genauen Daten z. B. unter Name: *Hanks* sowie unter

Vorname: *Tom* der Entität **Schauspieler**. Der Datentyp eines Attributwertes im klassischen ER-Schema ist *integer* oder s*tring*.

Primärschlüssel

Damit von allen in der Datenbank abgelegten Objekten die Eindeutigkeit erhalten bleibt, wurden Primärschlüssel festgelegt. Dieser Schlüssel bedeutet die minimalste mögliche Merkmalskombination zur eindeutigen Identifizierung einer Entität. Dieses eindeutige Merkmal kann ein einziges Attribut erfüllen oder eine Kombination aus mehreren Attributen. Besitzt ein Entitätstyp keinen natürlichen Schlüssel, wie zum Beispiel die Nummer des Personalausweises, muss ein künstlicher Schlüssel angelegt werden. Das geschieht in der vorliegenden Arbeit bei fast allen Entitätstypen. Der Typ **Medienobjekt** ist eindeutig über die erzeugte *ObjektNr* identifizierbar. Der Typ **Crewmitglied** bekommt den Primärschlüssel *PersonenNummer*. Der Entitätstyp **Extrainformation** hat ebenfalls keine eindeutige minimale Merkmalskombination, daher musste ein künstlicher Schlüssel *ExtraNr* angelegt werden. Nur der Typ **Quellparameter** beinhaltet die natürliche Eigenschaft *Showview-Nummer*, welche eindeutig auf einem Film verweist. Primärschlüssel werden durch Unterstreichungen gekennzeichnet.

Kardinalitäten

Kardinalitäten sind Mengenangaben von in Beziehung stehenden Entitäten in der ER-Modellierung. Sie sagt aus, wie viele Entitäten eines Typs mit genau einer Entität des zweiten beteiligten Entitätstyps in Beziehung stehen. Dafür bekannte Notationsformen, wie hier die angewendete Form nach Chen, geben nur die maximal Anzahl von Beziehungs-instanzen pro Entität an. Eine aussagekräftigere Form wäre beispielsweise, die min-max Notation.

In diesem Stadium der Modellierung ist der Einsatz von Kardinalitäten allerdings noch nicht relevant. Im Kapitel 5.3.1 werden erstmals Kardinalitäten verwendet und der Vorteil der erweiterten min-max Notationsform grafisch belegt.

Rollennamen

Die Vergabe von Rollennamen bietet sich an, wenn an einer Beziehung ein und die gleiche Entität teilnimmt und somit nicht eindeutig hervorgeht, wie diese rekursive Beziehung zu verstehen ist. Im vorliegenden Projekt ist das an den Entitäten **Schauspieler** und **Regisseur** erkennbar. Die jeweiligen Beziehungen *liieren/verheiraten* erhalten durch die Vergabe der Rollennamen *Ehemann* und *Ehefrau* eine eindeutige Unterscheidung. [Per01]

Die Abbildung 11 zeigt den ersten Entwurf des Datenbankaufbaus als Entity-Relationship-Modell. Die zu verwaltenden Medienobjekte können mit Hilfe dieser Modellierungsart nach Chen übersichtlich dargestellt werden und die Objekt-beziehungen untereinander sind schnell erkennbar.

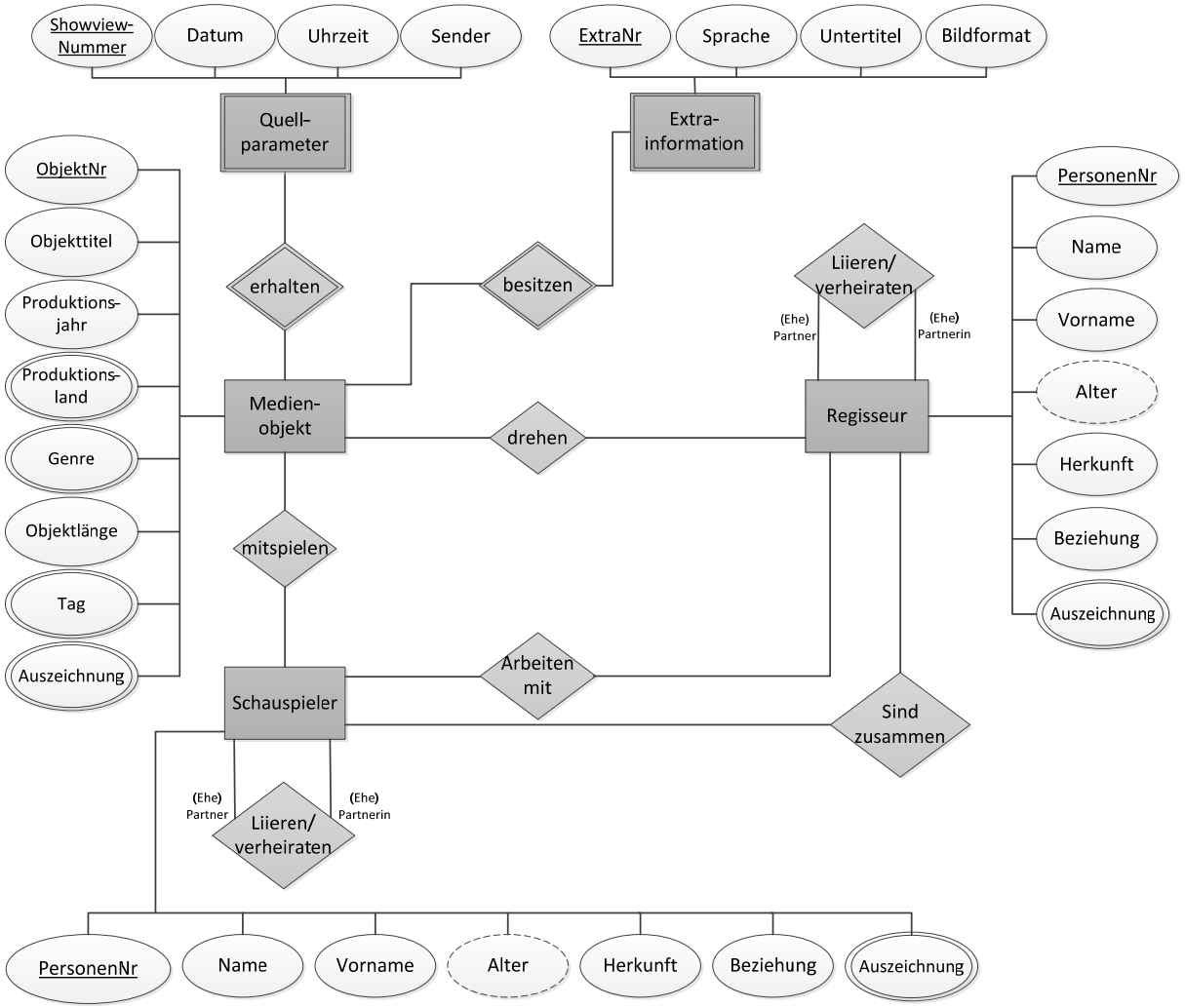


Abbildung 11: Datenbankmodell nach Chen der Medienobjekte

Dokumentation

Zum besseren Verständnis des ER-Diagramms folgt eine kurze Dokumentation der verwendeten Entitätstypen und deren Beziehungen zueinander.

Der bisherige Entwurf zeigt fünf Entitätstypen zur Thematik Film- und Serienverwaltung in einer Recorderdatenbank. Der Typ Medienobjekt besitzt die Attribute *ObjektNr*, *Objekttitel*, *Produktionsjahr*, *Produktionsland*, *Genre*, *Objektlänge*, *Tag* und *Auszeichnung*. Als **Medienobjekt** sind u. a. Filme, Serien, Sendungen und Reportagen zu verstehen. Zusammenfassend alle Formate, welche die Rundfunkanstalten dem Nutzer zur Verfügung stellen. *ObjektNr* wurde als künstlicher Schlüssel zur eindeutigen Identifizierung der Objekte

eingeführt. *Produktionsjahr*, *Produktionsland*, *Genre*, *Tag* und *Auszeichnung* sind mehrwertige Attribute, da sie mehr als einen Eintrag pro Objekt enthalten können. Unter *Tag* versteht man Signalwörter, welche durch ausgewählte Begriffe den Inhalt der Objekte wiedergeben. Ein Objekt erhält nur einen Eintrag zur Eigenschaft *Auszeichnung*, wenn es sich um eine bekannte handelt, wie dem Oscar (Filmpreis der US-amerikanischen *Academy of Motion Picture Arts and Sciences*) oder dem Golden Globe (Film- und Fernsehpreis der US-amerikanischen *Hollywood Foreign Press Association*).

Wird ein Medienobjekt auf einer externen Datenbank verwaltet, besitzt es **Quellparameter**. Diese abgelegten Informationen geben Auskunft über die Ausstrahlung des Objektes. Somit verwaltet dieser Entitätstyp die Attribute *Showview-Nummer*, *Datum*, *Uhrzeit* und *Sender*. Die individuelle *Showview-Nummer*, die jedes gesendete Objekt besitzt, ist der Primärschlüssel der Entität.

Ein Medienobjekt kann die **Extrainformationen** *Sprache*, *Untertitel* und *Bildformat* besitzen. Diese Daten beziehen sich ebenfalls auf die Ausstrahlung des Objektes. Beispielsweise wird ein Film in der englischen Sprache ausgestrahlt, obwohl das Original auf Spanisch gedreht wurde. Da keine der genannten Eigenschaften als Primärschlüssel in Betracht kommt, wurde der künstliche Schlüssel *ExtraNr* eingeführt.

Ein Medienobjekt wurde von einem **Regisseur** gedreht. Dieser Entitätstyp hat die Attribute *Name*, *Vorname*, *Alter*, *Herkunft*, *Beziehung*, *Auszeichnung* und den künstlichen Primärschlüssel *PersonenNr*. *Auszeichnung* ist wieder ein mehrwertiges Attribut und *Alter* ein abgeleitetes, da es aus dem aktuellen Datum und dem Geburtstermin berechnet wird. Das Attribut *Beziehung* soll Auskunft über den Lebens- oder Ehepartner des Regisseurs geben. Unter *Herkunft* wird die ursprüngliche Nationalität der Person verstanden.

In einem Medienobjekt agieren u.a. Moderatoren oder bestimmte Darsteller. Diese Form der Mitwirkenden wird in der vorliegenden Arbeit unter der Bezeichnung **Schauspieler** zusammengefasst. Dieser Entitätstyp besitzt die gleichen Attribute wie der Entitätstyp **Regisseur**.

Eine genauere Beschreibung über die Beziehungen zwischen den Entitäten erfolgt im Kapitel 5.3.1.

5.2.2 Verwaltung

Der Recorder hat zur Verwaltung der bereits aufgenommenen Filme eine eigene Datenbank. Das System kann außerdem über einen TV-Eingang extern auf eine zweite Datenbank zugreifen. Diese wird von den Fernsehanstalten mit Informationen versorgt und ermöglicht dem Nutzer u. a. auf deren Mediatheken zuzugreifen. Da die Ablagestrukturen der internen und externen Datenbank üblicherweise unterschiedlich strukturiert sind, ist für eine kompatible Umsetzung der externen Daten auf die internen Daten eine Schnittstelle notwendig.

Interne Datenbank

Nimmt das System einen neuen Film in die interne Datenbank auf, geschieht dies durch die Erstellung einer neuen ID, der *ObjektNr*. Die bisherige externe ID des Objektes wird irrelevant und mit einer neu erstellten internen ID überschrieben. Durch die Vergabe der *ObjektNr* wird die Lesbarkeit der neu abgelegten Objekte auf der internen Datenbank gewährleistet und redundante Ablagen von doppelten Aufnahmen vermieden. Um später (siehe Kapitel 7.2 Berechtigungstabelle) eine einwandfreie Unterscheidung zu externen Objekten zu garantieren, bekommen neu abgelegte interne Filme oder Serien ein vorangestelltes *i* vor ihre *ObjektNr*.

Externe Datenbank

In der vorliegenden Arbeit wird davon ausgegangen, dass nur eine externe Datenbank von allen Sendern gepflegt wird. Würde man annehmen, dass jeder Sender seine eigene Datenbank pflegt, würde das Probleme für das System beim Umgang mit den Objekt IDs bedeuten. Auf Grund der möglichen doppelten Vergabe von IDs wäre das System nicht mehr in der Lage den jeweils richtigen Sender der ID zu identifizieren.

In Zukunft wäre die Annahme, dass alle Sender ihre eigene Datenbank pflegen, realitätsnäher. Somit müsste eine Lösung für den Umgang mit den jeweiligen Film IDs gefunden werden.

Auf Grund der erstrebten gleichen Struktur beider Datenbanken wird in dieser Arbeit bei der semantischen Modellierung keine Unterscheidung zwischen interner und externer Datenbank vorgenommen. Weiterführend wird nur der Aufbau der internen Datenbank betrachtet.

Die primären Eigenschaften einer Datenbank sind das fehlerfreie Schreiben und Lesen von Objekten. Damit das System diese Anforderungen erfüllen kann, unterscheidet man die Systemarbeit mit globalen und optionalen Parametern. Globale Parameter sind die Parameter, welche für das erfolgreiche Lesen und Schreiben von Objekten auf den Datenbanken notwendig sind. Die optionalen hingegen, sind Zusatzinformationen, ohne die das System trotzdem korrekt schreiben oder lesen könnte.

Schreiben

Wird ein Objekt auf die interne Datenbank geschrieben, übernimmt der Recorder alle mitgelieferten Daten. Für den Fall, dass ein Nutzer anhand der Aufnahmeparameter nach einem Film auf der internen Datenbank sucht, werden auch diese Informationen beim Schreiben auf die Datenbank berücksichtigt.

Um später beispielweise einen Film oder eine Serie wieder identifizieren zu können, ist die zuverlässige Vergabe der *ObjektNr* durch das System wichtig. Diese Vergabe ist von den Werten der Eigenschaften *Objekttitel* und *Produktionsjahr* abhängig. Damit eine redundante Speicherung eines Medienobjekts vermieden wird, vergibt das System erst eine *ObjektNr* wenn die entsprechenden Metadaten des zu speichernden Objektes nicht mit einem bereits gespeicherten Objekt übereinstimmen. Für diesen Abgleich würde der Objekttitel allein nicht ausreichen, da es Neuverfilmungen gibt oder verschiedene Filme den gleichen Titel haben können. Führt aber auch die Kombination des Titels und des Jahres zu Redundanzen, existiert das Objekt bereits auf der Datenbank. Das bedeutet bei einem Neueintrag auf der Datenbank, dass neben der Vergabe der neuen ID auch die Werte für *Objekttitel* und *Produktionsjahr*, vorhanden sein müssen. Fehlen diese nötigen Identifizierungsdaten, kann das System das Objekt nicht abspeichern und der Nutzer wird gebeten, die fehlenden Informationen zu ergänzen.

Lesen

Alles was auf die Datenbank geschrieben wurde, muss das System auch wieder lesen können. Wurde ein Objekt unter einer ObjektNr in der Datenbank gespeichert, kann das System dieses Objekt auch wieder korrekt lesen. Sollte ein Benutzer ein Objekt löschen, geschieht das vorerst nur logisch. Durch jegliche optisch verschwundenen Verlinkungen nimmt der Nutzer an, dass das Objekt gelöscht wurde. Aber über eine Art Objekthistorie werden weiterhin die Primärschlüssel und die Aufnahmeparameter des Objektes geführt. Somit sichert sich das System bei einem Fehlverhalten seitens des Nutzers ab und gibt ihm bei einem Wiederherstellungswunsch die Möglichkeit, das gelöschte Objekt schneller wiederzufinden und ein weiteres Mal aufzunehmen. Für das endgültige, physische Löschen

kann eine Art Papierkorb für den Nutzer bereit gestellt werden. Erst durch das wiederholte Löschen des Objektes wäre es dann endgültig gelöscht.

Prinzipiell benötigt das System globale Parameter zum Lesen und Schreiben von Objekten auf einer Datenbank. Welche Parameter bei einer Lese- oder Schreibeoperation notwendig sind, wurde bereits im Aktionenmodell skizziert (siehe Abbildung 10).

Damit zum Beispiel ein Film von der externen Datenbank gelesen und aufgenommen werden kann, benötigt das System das Ausstrahlungsdatum des Objektes. Alle anderen Parameter, welche das System nicht zum Schreiben oder Lesen benötigt, nennen sich lokale Parameter. In der vorliegenden Arbeit sind das beispielsweise die Extrainformationen, wie Objekt-sprache oder Bildformat.

5.2.3 Objektmodell

Zur Objektidentifikation steht ein weiteres Modell zur Verfügung, das Objektmodell. Diese Modellierung nutzt die bereits festgelegten Meta- und Quelldaten des ER-Modells. Alle in der Datenbank abgespeicherten Objekte finden sich im Objektmodell mit ihren Attributwerten wieder. Die Möglichkeit der Verknüpfung der einzelnen Merkmalswerte ergeben die jeweiligen Filme oder Sendungen.

In der Abbildung 12 erkennt man die zahlreichen Verbindungen verschiedener Daten zu mehreren Objekten. Das zeigt deutlich, dass meist verschiedene Informationen nötig sind, damit ein Objekt eindeutig identifiziert werden kann.

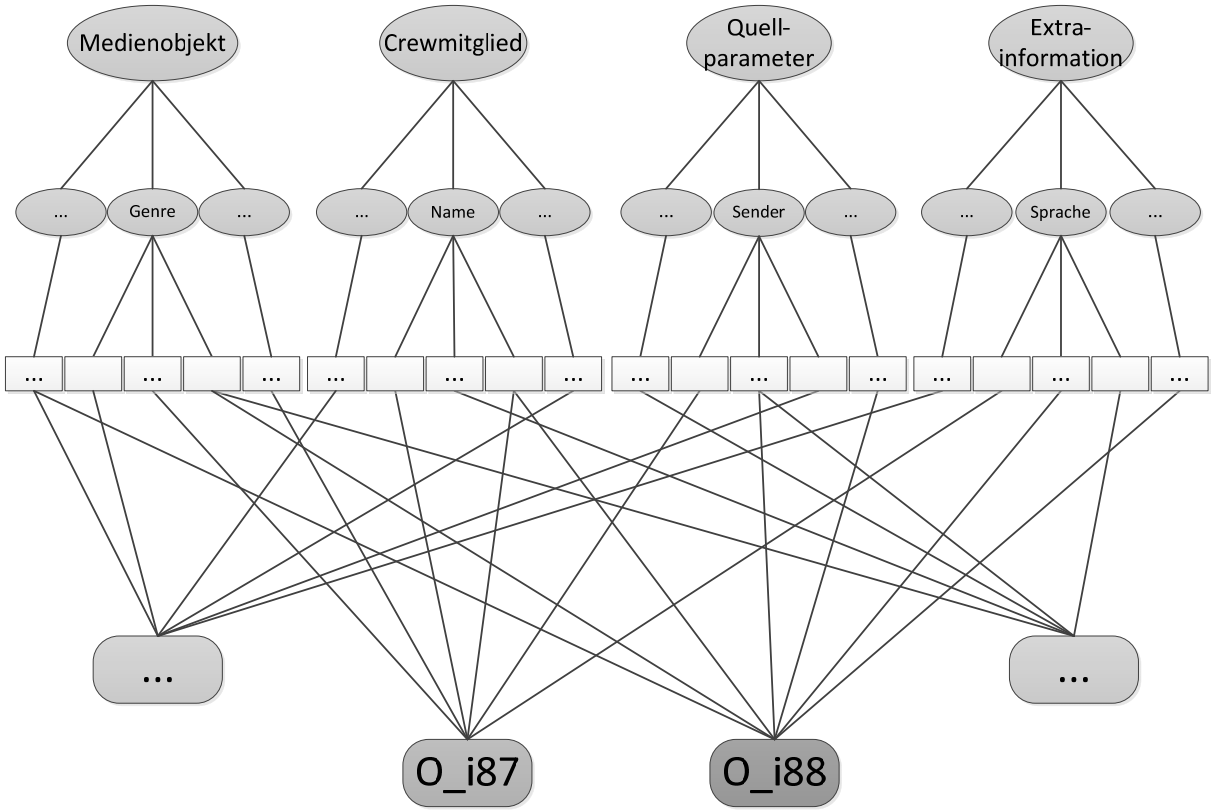


Abbildung 12: Ausschnitt aus dem Objektmodell; Identifikation der in der internen Datenbank befindlichen Objekte

Auch bei diesem Modell liegen zwei Möglichkeiten vor, um an die nötigen Parameter zu gelangen. Zum Einen kann das System durch Nutzereingaben über eine Aktionen_ID verfügen und kann mit Hilfe dieser Informationen das entsprechende Objekt auf einer der Datenbanken ausfindig machen. Zum Anderen können alle entscheidenden Objekt-informationen vom Nutzer gegeben werden. Ist der Recorder auf das Wissen des Nutzers angewiesen, kann er über Nachfragen mit Hilfe der Mensch-Maschine-Interaktion wichtige Informationen sammeln. Die Reihenfolge, in der die Aktionen- und Objektidentifikationen vorgenommen werden, ist nicht relevant. Es müssen letztendlich beide Komponenten gefunden werden.

Zum genaueren Verständnis folgt ein Beispiel (Abbildung 13).

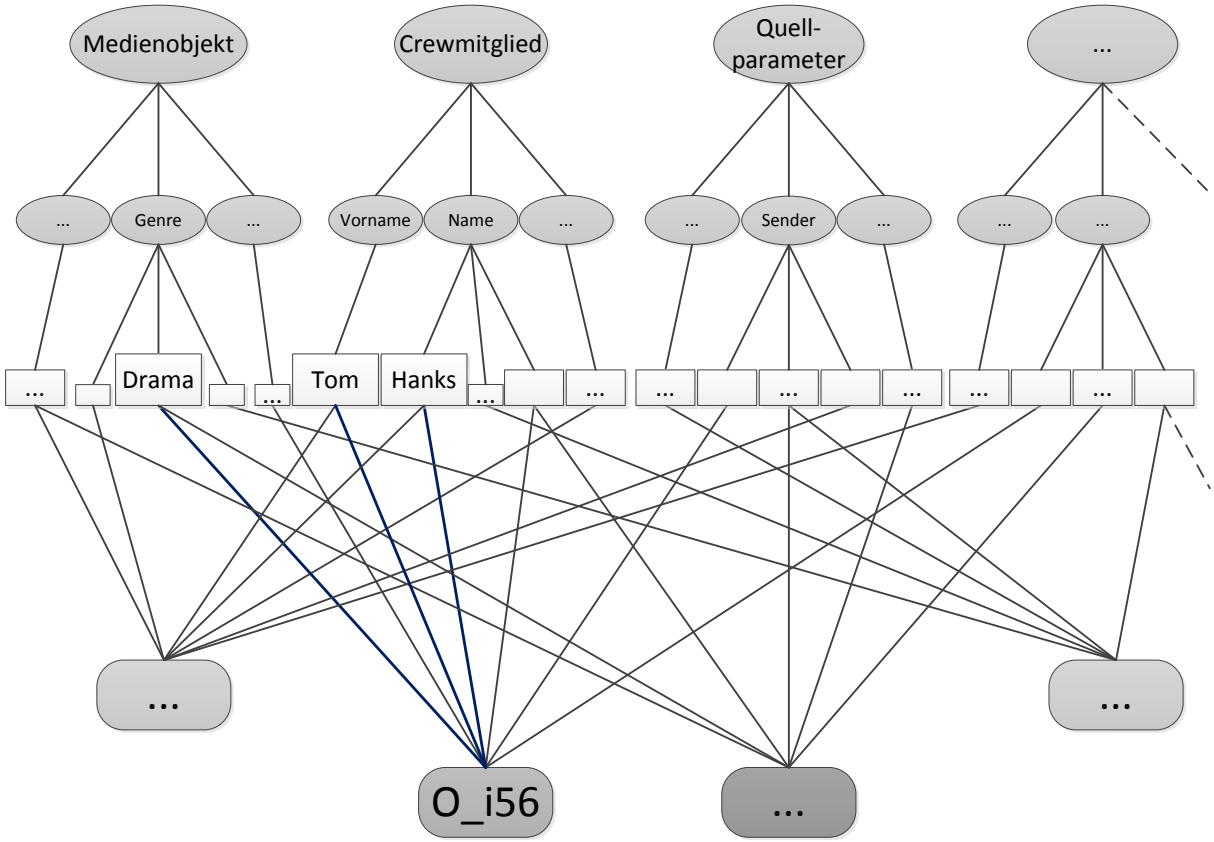


Abbildung 13: Beispielanwendung auf Objektmodell

Der Nutzer sucht auf der internen Datenbank einen bereits aufgenommen Film. Dieser Film heißt *Forrest Gump* und verbirgt sich hinter der Objektidentifikation O_i56. Dem Nutzer fällt der Titel des Films nicht ein, daher gibt er dem Recorder als Eingabeinformation den Namen des Hauptdarstellers, *Tom Hanks*. Das System findet zwei Filme auf der Datenbank, in denen dieser Schauspieler mitspielt. Daher bittet der Recorder den Nutzer um mehr Informationen zum gesuchten Objekt. Der Nutzer nennt ein Genre des Films, *Drama*. Das System hat zwar mehrere Filme, welche unter diese Kategorie fallen, aber da die Suche bereits durch den genannten Schauspielernamen eingegrenzt wurde, sucht der Recorder nur noch auf den beiden in Frage kommenden Objekten. Nur einer der beiden Filme, in denen *Tom Hanks* mitspielt, ist ein Drama und somit hat das System den Film eindeutig identifiziert.

Fasst man am Ende die gefundene Aktion und das identifizierte Objekt zusammen, bildet sich eine Assoziation in der vom System verwalteten Assoziationstabelle (siehe kapitel 7.1). Um nichtdefinierte Verknüpfungen zwischen Aktionen und Objekten zu unterbinden, muss die Assoziation im Berechtigungsmodell überprüft werden (siehe Kapitel 7.2).

5.3 Relationale Datenbank

Die Grundlagenforschung der Theorie der relationalen Datenbank betrieb in den 60er und 70er Jahren Edgar F. Codd [Cod70]. Die relationale Datenbank beruht auf dem Konzept der mathematischen Relation und entspricht der Mengentheorie und Prädikatenlogik. Durch die Anwendung der relationalen Algebra und Veränderungsoperationen können auf diesem Datenbankmodell Daten gespeichert, abgefragt und manipuliert werden. Die Anwendung der relationalen Algebra zeigt sich in den folgenden Operationen: Projektion, Selektion, Kartesisches Produkt, Umbenennung, Vereinigung und Differenz. Hinzu kommt der Join-Operator, welcher eine Kombination der ersten drei genannten Operatoren darstellt. Veränderungsoperation für die relationale Datenbank hingegen sind *insert*, *delete* und *update*. Bei der Verwendung dieser Operationen muss sichergestellt werden, dass keine Verletzungen der Einschränkungen entstehen. Durch Anfragesprachen, wie beispielsweise SQL, können Nutzeranfragen an die Datenbank auf diesen Operationen abgebildet und somit für das System übersetzt werden. Seit der Einführung von SQL-99 kann auch eine Operation für rekursive Anfragen unterstützt werden. [Elm09]

In dieser Arbeit viel die Wahl der Datenbankart auf die relationale Datenbank auf Grund der mengenorientierten Datenverknüpfung und Verarbeitung. Hierarchische Modelle und Netzwerkmodelle hingegen arbeiten nur satzorientiert. Relationale Datenbankmodelle verfügen dazu über den Vorteil einer einfachen Struktur und flacher Tabellen.

Ein wichtiger Bestandteil der relationalen Datenbank ist das konzeptuelle Schema. Diese Datenmodellierung soll festlegen, welche Daten in der Datenbank gespeichert werden und wie sie zueinander in Beziehung stehen. Die Modellierung dieses Entwurfs erfolgt mit Hilfe der Entity-Relationship-Schemata. Durch die Verwendung des Entity-Relationship-Diagramms nach Chen können die Daten bildhaft dargestellt werden. Meist wird ein solches Schema nach dem ersten intuitiven Entwurf weiter verfeinert und anschließend in relationale Tabellen übersetzt. Diese Translation kann ebenfalls durch Optimierungsregeln verbessert werden. Zuletzt können mit Hilfe der vier Normalisierungsregeln nach Codd Redundanzen und Anomalien verhindert werden.

Relationale Tabelle

Relationale Tabellen sind die Abbildungen der Entitätstypen in ein relationales Datenbanksystem. Die relationale Tabelle ist ein logisches, nicht physisches Konstrukt und verwaltet sowie kontrolliert alle Zugriffe auf die Daten.

5.3.1 Datenmodellierung

Um das Ziel die relationale Datenbank zu erreichen, musste das bereits entwickelte ER-Diagramm modifiziert und verbessert werden. Dabei spielen die Generalisierung und der Einsatz von Kardinalitäten eine Rolle.

Generalisierung

Der erste Schritt dieser Datenmodellierung beinhaltete eine generelle Verbesserung des ersten Entwurfs. Die Entitätstypen **Schauspieler** und **Regisseur** besitzen die gleichen Eigenschaften und erzeugen somit redundante Werte. Ein neu erzeugter Entitätstyp **Crewmitglied** generalisiert die Typen **Schauspieler** und **Regisseur** und erbt somit dessen Eigenschaften. Die Entität **Crewmitglied** bildet den Obertyp der beiden spezialisierten Untertypen. Diese Beseitigung redundanter Attribute ergibt sich durch die hierarchische Ordnung der Generalisierung. Zur Kennzeichnung dieser Generalisierung bzw. Spezialisierung dient das **is_a** Symbol (siehe Abbildung 14).

Um weiterhin die Unterscheidung von Schauspieler und Regisseur aufrecht zu erhalten, wurde die Eigenschaft *Tätigkeit* eingeführt. Diese kennzeichnet alle Schauspieler mit einem integer-Wert 1 und alle Regisseure mit dem Wert 2. Gibt es in der Datenbank einen Film bei dem eine Person X als Schauspieler mitwirkt und einen Film, welchen diese Person X gedreht hat, kommt diese Person X in zwei Datenbankeinträgen vor. Desweiteren ist aufgefallen, dass die Beziehungen *sind zusammen* und *liieren/verheiraten* zwischen Schauspieler und Regisseuren redundant sind. Eine für die Suche hilfreiche Verbindung zwischen diesen Typen ist bereits durch das gemeinsame Attribut Beziehung erfüllt.

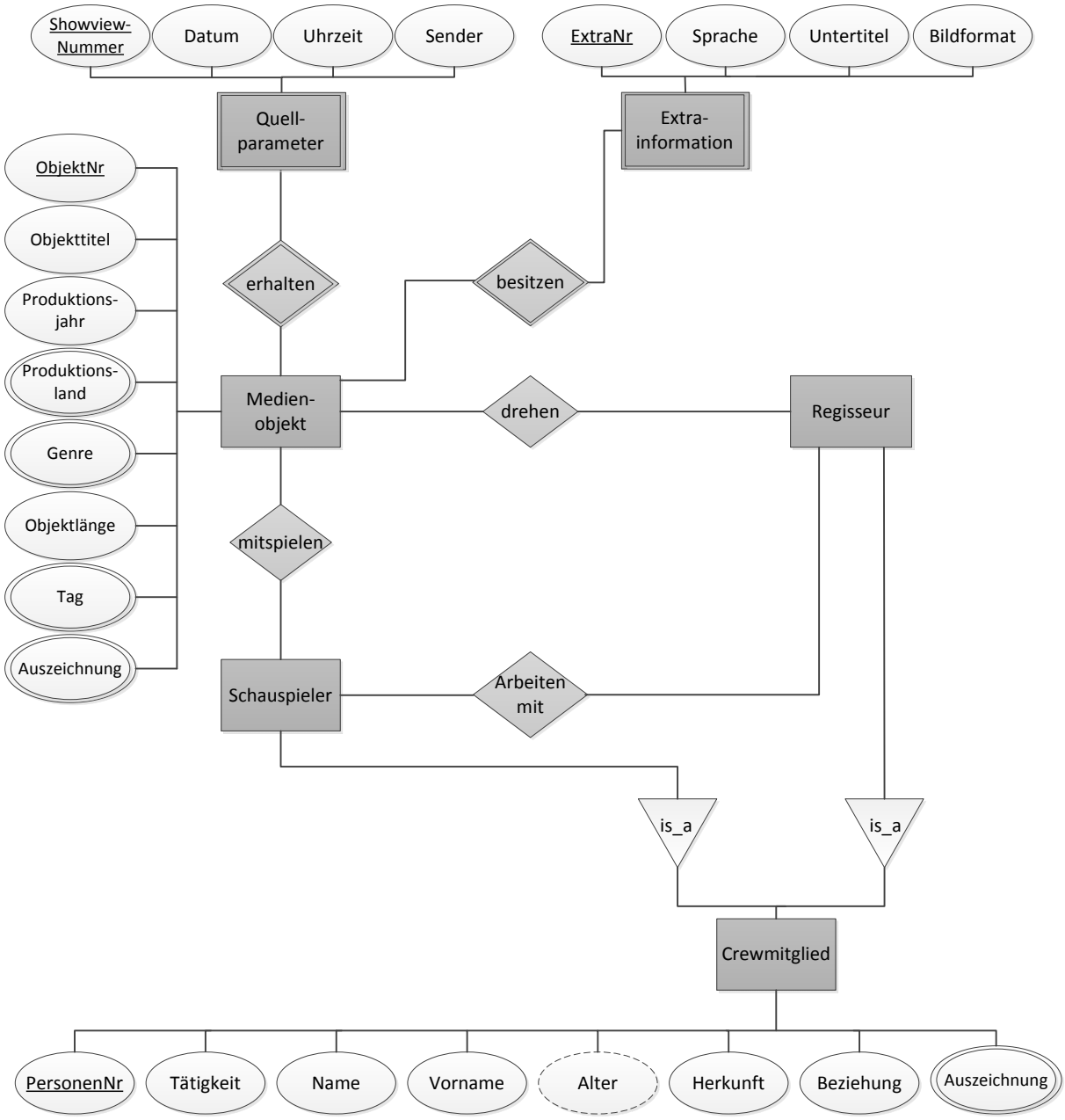


Abbildung 14:ER-Modell nach Chen mit Generalisierung und neuem Entitätstyp Crewmitglied

Kardinalitäten/Funktionalitäten von Beziehungstypen

Entscheidet man sich für eine Notation zur Darstellung der Funktionalitäten der Beziehungstypen ist eine einheitliche Form der Notation und die Erläuterung der Leserichtung entscheidend, ob ein Diagramm vom Leser verstanden wird oder nicht. Im folgenden ER-Schema (siehe Abbildung 15) werden die Kardinalitäten in der Notationsform nach Chen skizziert. Zu einer Entität gehört die gegenüberliegende Kardinalität, welche sich an der in Beziehung stehenden Entität befindet.

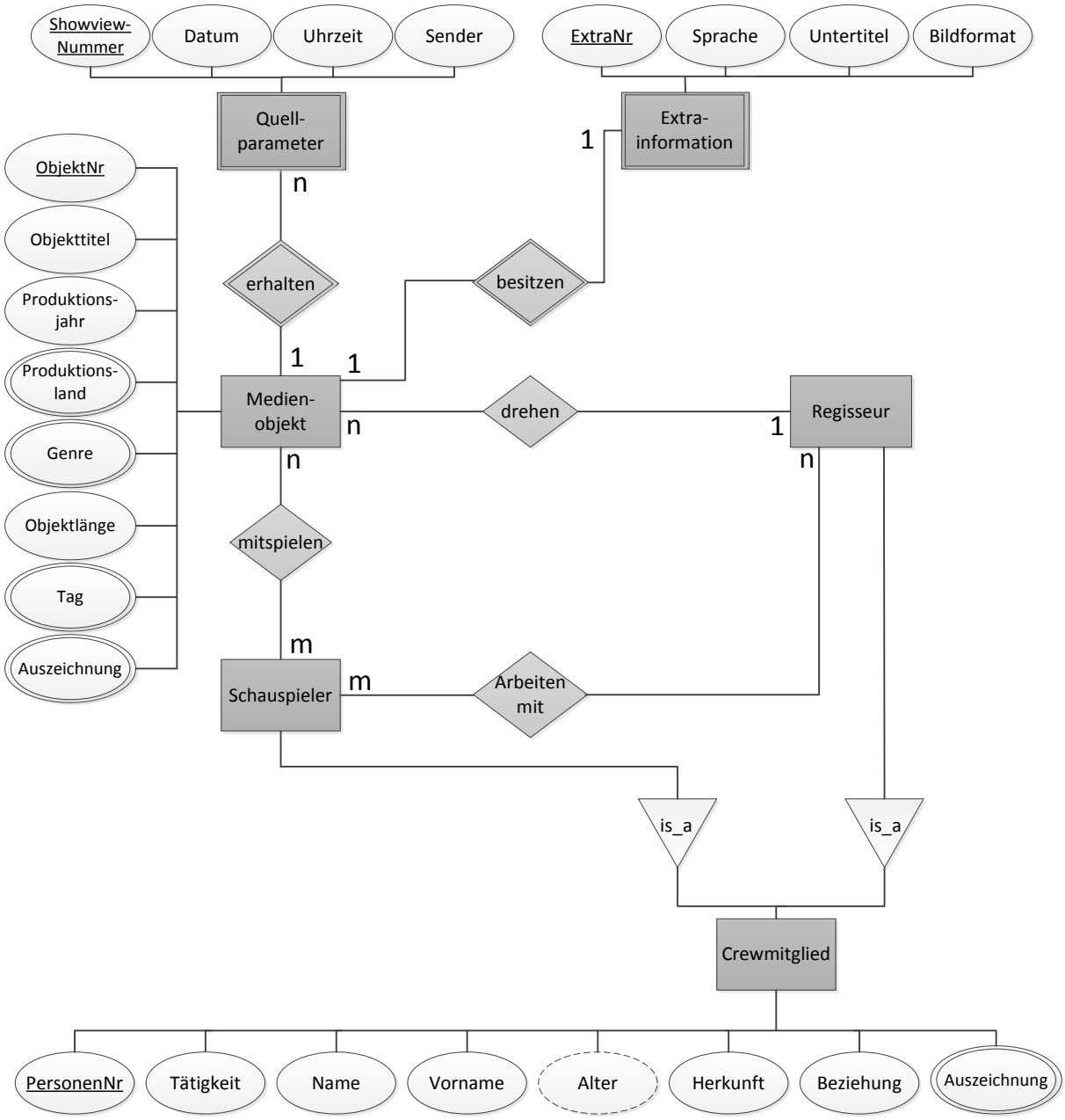


Abbildung 15: ER-Modell nach Chen mit Kardinalitäten nach Chen

Die Notation wird wie folgt gelesen:

n:1 (Quellparameter:Medienobjekt)

Ein Quellparameter wird von einem Medienobjekt erhalten :

Ein Objekt kann mehrere Quellparameter enthalten (kommt mehrmals im Fernsehen).

1:1 (Extrainformation:Medienobjekt)

Eine Extrainfo gehört zu einem Objekt : Ein Objekt besitzt eine Extrainfo.

n:1 (Medienobjekt:Regisseur)

Ein Objekt wird von einem Regisseur gedreht : Ein Regisseur kann mehrere Objekte drehen.

n:m (Medienobjekt:Schauspieler)

In einem Objekt können mehrere Schauspieler mitspielen :

Ein Schauspieler kann in mehreren Filmen mitspielen.

m:n (Schauspieler:Regisseur)

Ein Regisseur kann mit mehreren Schauspielern zusammen arbeiten :

Ein Schauspieler kann mit mehreren Regisseuren zusammen arbeiten.

1:1 (Schauspieler:Schauspieler)

Ein Schauspieler kann mit einem anderen Schauspieler zusammen sein.

1:1 (Regisseur:Regisseur)

Ein Regisseur kann mit einem anderen Regisseur zusammen sein.

1:1 (Schauspieler:Regisseur)

Ein Schauspieler kann mit einem Regisseur zusammen sein :

Ein Regisseur kann mit einem Schauspieler zusammen sein.

min-max Notation

Neben der Chen-Notation gibt es noch die modifizierte Chen-Notation, besser bekannt als die min-max Notation. Beide Notationen sind sich sehr ähnlich, wobei es Fälle gibt, welche jeweils von der anderen Notation nicht abgedeckt werden. Befinden sich, wie in der vorliegenden Arbeit, im ER-Schema nur binäre Beziehungen, ist die min-max Notation für den Leser besser geeignet. Die Chen-Notation deckt nur die Maximalangabe im ER-Diagramm ab. Durch die Einführung der ausdrucksstärkeren min-max Kardinalitäten kann jedoch auf Grund der zusätzlichen Angabe der Minimalkardinalität die Aussage weiter eingeschränkt werdend. Das bedeutet, dass jede Entität eines Entitätstyps an mindestens min und höchstens max Beziehungen teil nimmt (siehe Abbildung 16). [Eir10], [Kem97], [Ste06]

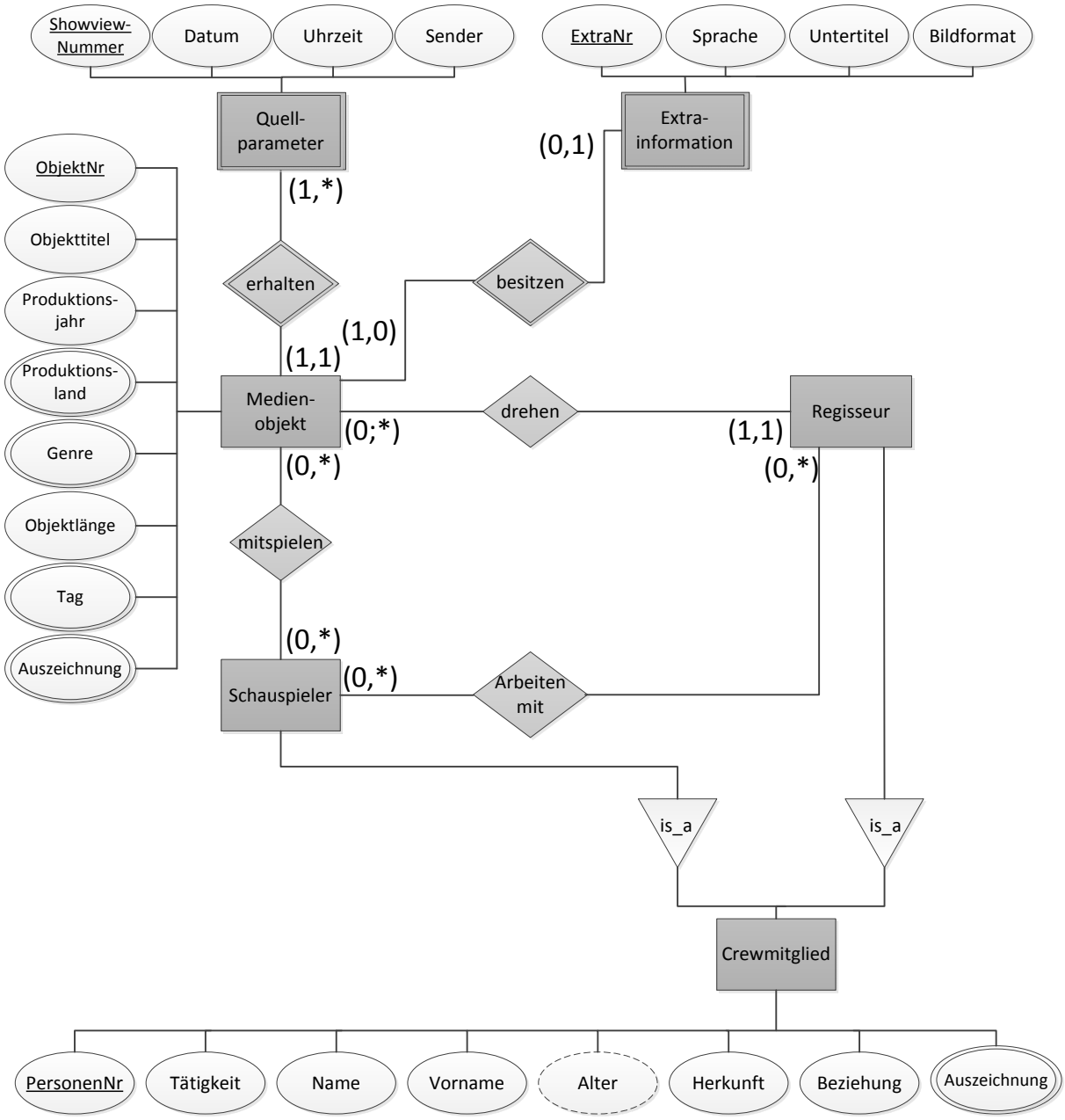


Abbildung 16: ER-Schema nach Chen mit min-max Notation

5.3.2 Relationale Tabellen

Das relationale Datenbanksystem hat als zentrale Struktur die Tabelle. Diese Tabelle, auch Relation genannt, ist die Abbildung des Entitätstyps in ein relationales Datenbanksystem. Der Vorteil dieses Systems ist, dass der Anwender auf einem logischen Konstrukt, der Tabelle, und nicht auf einem physischen Konstrukt, arbeitet. Somit können relationale Datenbankmodelle komplexer sein und mehr Funktionen bereitstellen. Das struktur- und datenunabhängige Modell verwaltet Benutzer und Metadaten. Außerdem überwacht und kontrolliert es alle Zugriffe. Die Verwendung relationaler Tabellen ermöglicht einen Datenbankzugang über Abfragesprachen wie SQL. [Gei06]

Als relationale Tabellen können Entitäten und Beziehungen dargestellt werden. Eine Relation (siehe Tabelle 1) ist eine zweidimensionale Matrix bestehend aus Zeilen und Spalten. Alle Attribute einer Entität werden in die Tabelle als Spaltenbezeichnung aufgenommen und die dazugehörigen Zeilen (Tupel) werden mit den jeweiligen Attributwerten gefüllt. Alle Werte je Spalte besitzen den gleichen Datentyp. Jede Relation benötigt einen Primärschlüssel (unterstrichen). Ist kein natürlicher Schlüssel vorhanden, muss ein künstlicher angelegt werden. Ein Primärschlüssel stellt die Eindeutigkeit aller in der Tabelle gespeicherten Datensätze sicher. Er kann entweder aus einem Attribut bestehen oder aus einer Kombination von Attributen. Der Primärschlüssel darf niemals den Wert NULL annehmen. Durch diesen Primärschlüssel können Beziehungen zwischen Tabellen aufgebaut werden. Ein Primärschlüssel einer Tabelle kann als weiteres Attribut unter der Bezeichnung Fremdschlüssel in eine zweite Tabelle aufgenommen werden.

Quellparameter ← Entität (Relationenname)

Showview-Nummer	**Datum**	**Uhrzeit**	**Sender**
1234	01.04.2011	22:30	ZDF
5634	06.03.2012	12:15	Pro7
2456	17.09.2011	09:00	NDR

← Attribut

← Tupel (Datensatz)

↑ Attributwert

Tabelle 1: Beispiel des Grundaufbaus einer relationalen Tabelle

Nullwerte

Auch im wahrscheinlichen Fall der Unvollständigkeit von Datensatzeinträgen muss weiterhin die eindeutige Identifizierung von Objekten sicher gestellt werden. Daher muss der Primärschlüssel jedes Datensatzes Werte aufweisen. Fremdschlüsselfelder aber können hingegen Null-Werte haben.

Überführung in relationale Tabellen

Zur Überführung des ER-Modells in relationale Tabellen wird die bereits bekannte Abbildung 15 mit der einfachen, in dem Fall ausreichenden Chen-Notation, genutzt.

Überführung von Entitätstypen

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Entitätstypen des ER-Schema als relationale Tabellen.

Eine erste Schwierigkeit zeigt sich bei der Relation **Medienobjekt**. Die mehrwertigen Attribute (Produktionsjahr, Produktionsland, Genre, Tag und Auszeichnung) müssen bei der Transformation jeweils eine eigene Tabelle erhalten mit einer Neubezeichnung auf ihre Eigenschaft. Der Primärschlüssel des Typs **Medienobjekt** und das „neue“ Attribut werden Primärschlüssel dieser Tabellen.

MEDIENOBJEKT

ObjektNr	Objekttitel	Objektlänge

PRODUKTIONSJAHR

ObjektNr	Jahr

PRODUKTIONSLAND

ObjektNr	Land

GENRE

ObjektNr	Art

TAG

ObjektNr	Signalwort

AUSZEICHNUNG

ObjektNr	Preis

Somit entstehen in diesen Tabellen viele sich ähnelnde Einträge. Zum Beispiel:

TAG

ObjektNr	Signalwort
34	Mittelalter
34	Ritter
34	König
34	Kampf

Diese Art der Überführung bedeutet für das Projekt dieser Arbeit eine Vielzahl an redundanten Werten. Eine weitere Möglichkeit zur Erhaltung mehrwertiger Attribute ohne Redundanzen ist der spätere Verzicht auf die erste Normalform (siehe Kapitel 5.3.2. *Normalisierung*). Aus diesem Grund wird weiterführend auf folgender Relation gearbeitet:

MEDIENOBJEKT

ObjektNr	Objekt-titel	Produktions-jahr	Produktions-land	Genre	Objekt-länge	Tag	Auszeich-nung

Da die Entität **Quellparameter** eine schwache Entität ist und von der Entität **Medienobjekt** abhängt, bekommt diese Relation einen Fremdschlüssel (FS). Der Primärschlüssel der Entität **Medienobjekt** wird in der Relation Quellparameter als Fremdschlüssel verzeichnet.

QUELLPARAMETER

ObjektNr[FS]	Showview-Nummer	Datum	Uhrzeit	Sender

Bei der Entität **Extrainformation** gilt das gleiche wie bei der Entität **Quellparameter**.

EXTRAINFORMATION

ObjektNr[FS]	ExtraNr	Sprache	Untertitel	Bildformat

Bei der Überführung der Entität Crewmitglied gelten die gleichen Annahmen wie bei der Entität Medienobjekt.

CREWMITGLIED

Personen Nr	Tätigkeit	Name	Vorname	Alter	Herkunft	Beziehung	Auszeich-nung

Transformation binärer Beziehungstypen

Auch Beziehungen können eigenständig als Relationen abgebildet werden. Ihre Einträge setzen sich aus eigenen Attributen und den Primärschlüsseln der beteiligten Entitäten zusammen. In der vorliegenden Arbeit besitzen die Beziehungen keine Attribute, daher

bestehen die Relationen ausschließlich aus den besagten Primärschlüsseln. Ausschlaggebend, wie die Relationen auszusehen haben, sind die vorhandenen Beziehungen 1:1, 1:m oder n:m. Es folgt zunächst ein Initial-Entwurf, bei dem jede Beziehung eine eigene Relation erhält.

1:1-Beziehung

Diese entstehende Relation setzt sich aus beiden Primärschlüsseln der beteiligten Entitäten zusammen. Aus diesen wird ein neuer Primärschlüssel für die Tabelle festgelegt.

BESITZEN

ExtraNr	ObjektNr

1:n-Beziehung

Bei dieser Beziehungsart wird der Primärschlüssel der n-Seite Schlüssel der neu entstehenden Tabelle.

DREHEN

ObjektNr	PersonenNr

ERHALTEN

Showview-Nummer	ObjektNr

n:m-Beziehung

Eine neue Relation einer n:m-Beziehung bedeutet, dass beide Primärschlüssel der beteiligten Entitäten zusammen Primärschlüssel der neuen Tabelle werden.

MITSPIELEN

ObjektNr	PersonenNr

ARBEITEN MIT verlangt Neubenennungen der Attribute, damit beide Crewmitglieder unterscheidbar bleiben.

ARBEITEN MIT

SchauPersonenNummer	RegPersonenNummer

Optimierung der Tabellen

Es ist möglich, die Relationenanzahl der Beziehungen vom Typ 1:1 und 1:n unter bestimmten Bedingungen zu reduzieren. Würde der Beziehungstyp eigene Attribute besitzen, könnte sich diese Optimierung negativ auf die Datenbank auswirken. Da in der vorliegenden Arbeit die Beziehungstypen aber keine Eigenschaften aufweisen, können Tabellen zusammengelegt und dadurch die Beziehungs-Relationen reduziert werden. Die oberste Regel bei diesem Verfahren ist, dass nur Relationen mit gleichem Schlüssel zusammengefasst werden dürfen. Elimination von Tabellen einer n:m-Beziehung sollten vermieden werden, da daraus Anomalien entstehen könnten.

Zuerst wird der bereits bekannte Initialentwurf der Relationen skizziert, danach folgt die Optimierung:

1:1-Beziehung

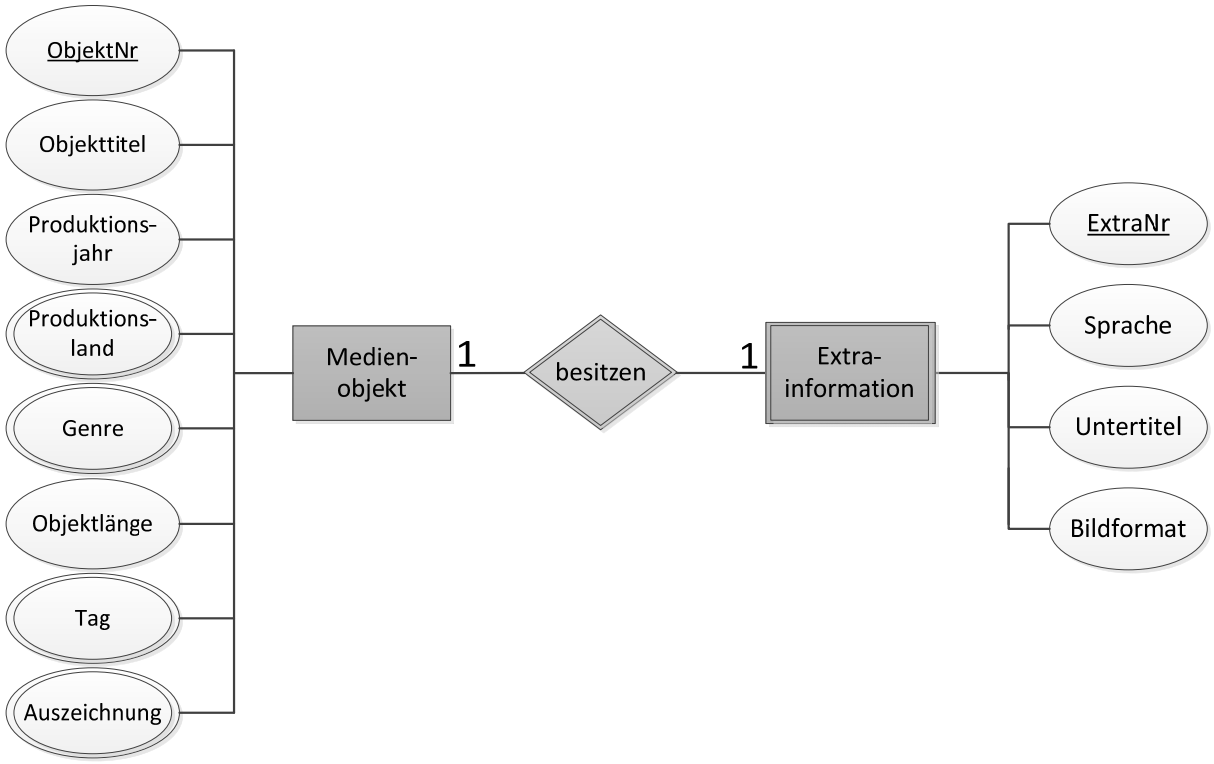


Abbildung 17: ERM Ausschnitt der 1:1 Beziehung

EXTRAINFORMATION

ObjektNr[FS]	ExtraNr	Sprache	Untertitel	Bildformat

MEDIENOBJEKT

Objekt Nr	Objekt-titel	Produktions-jahr	Produktions-land	Genre	Objekt-länge	Tag	Auszeich-nung

BESITZEN

ExtraNr	ObjektNr

Bei einer Optimierung einer 1:1 Beziehung bleibt die Relation erhalten, dessen Primärschlüssel in der Beziehung Primärschlüssel wird. In dem Fall bezieht sich das auf die Tabelle EXTRAINFORMATION.

EXTRAINFORMATION

ObjektNr[FS]	ExtraNr	Sprache	Untertitel	Bildformat

Die Tabelle MEDIENOBJEKT erhält zusätzlich den Primärschlüssel der Beziehung BESITZEN. Da von der Entität **Medienobjekt** aber die Entität **Extrainformation** abhängt, wird die Relation nur durch den Schlüssel *ExtraNr* erweitert.

MEDIENOBJEKT

Extra Nr	Objekt Nr	Objekt-titel	Produktions-jahr	Produktions-land	Genre	Objekt-länge	Tag	Auszeich-nung

Abbildung 18: Initiale und optimierte Tabellenmuster der 1:1 Beziehung

1:n- Beziehung

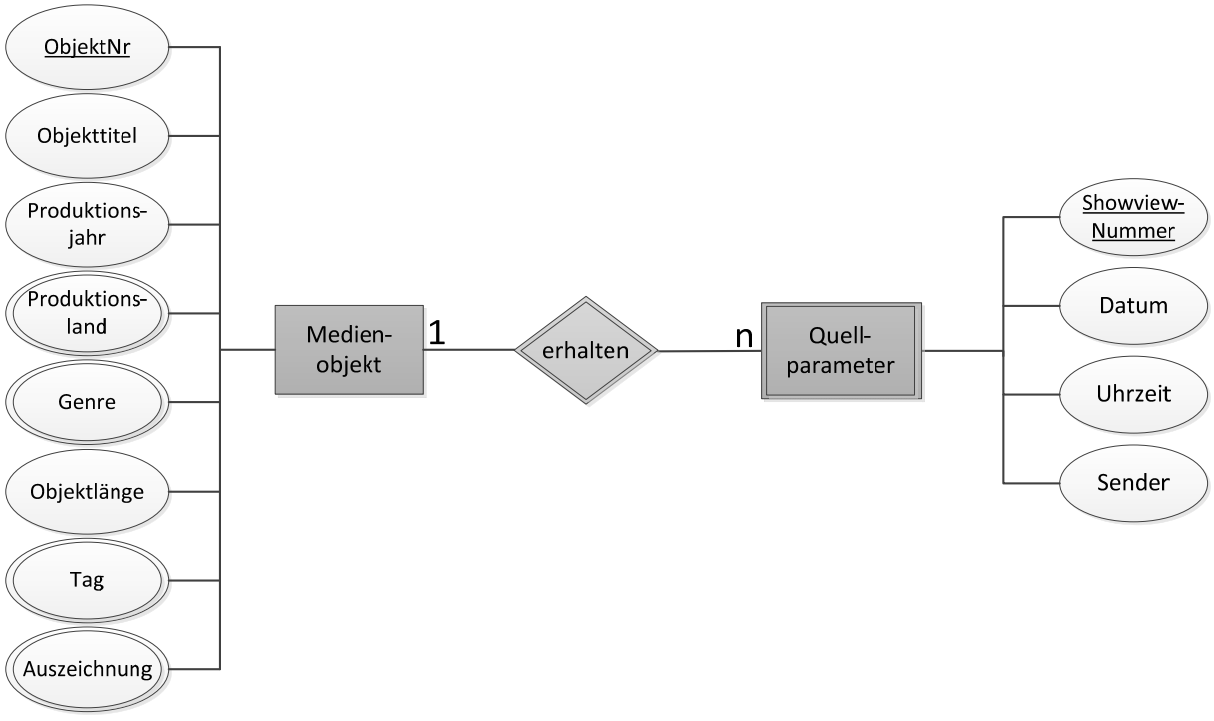


Abbildung 19: ERM Ausschnitt der 1:n Beziehung

QUELLPARAMETER

ObjektNr[FS]	Showview-Nummer	Datum	Uhrzeit	Sender

MEDIENOBJEKT

Objekt Nr	Objekt-titel	Produktions-jahr	Produktions-land	Genre	Objekt-länge	Tag	Auszeich-nung

ERHALTEN

Showview-Nummer	ObjektNr

Bei einer 1:n Optimierung bleibt die Relation mit der Kardinalität 1 erhalten. Somit verändert sich die Tabelle des Entitätstyps nicht.

MEDIENOBJEKT

Objekt Nr	Objekt-titel	Produktions-jahr	Produktions-land	Genre	Objekt-länge	Tag	Auszeich-nung

Auch nach der Optimierung gibt es keine Veränderungen der Attribute der Entität **Quellparameter**. Der Typ bleibt unverändert, da er es eine schwache Entität ist und von der Entität **Medienobjekt** abhängt.

QUELLPARAMETER

ObjektNr[FS]	Showview-Nummer	Datum	Uhrzeit	Sender

Abbildung 20:Initiale und optimierte Tabellenmuster der 1:n Beziehung

n:1- Beziehung

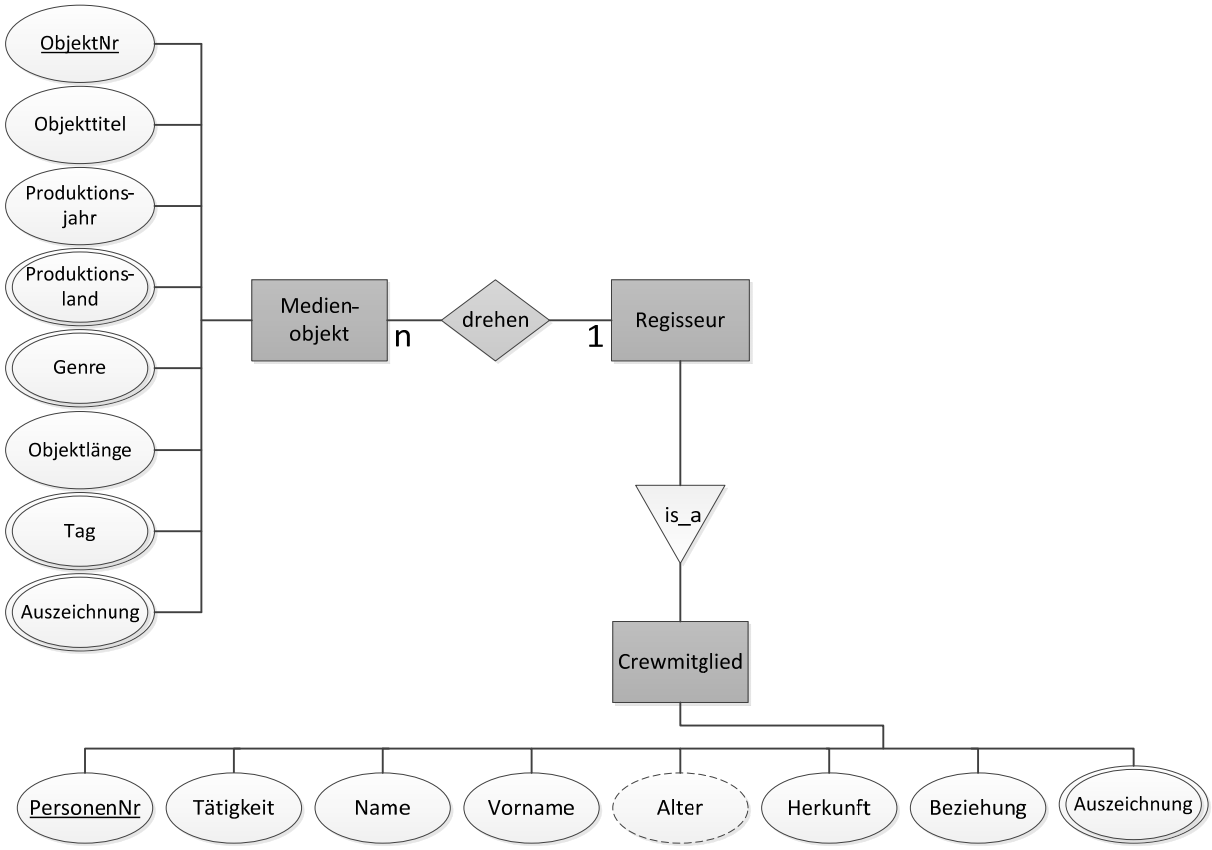


Abbildung 21: ERM Ausschnitt der n:1 Beziehung

CREWMITGLIED

PersonenNr	Tätigkeit	Name	Vorname	Alter	Herkunft	Beziehung	Auszeich-nung

MEDIENOBJEKT

ObjektNr	Objekt-titel	Produktions-jahr	Produktions-land	Genre	Objekt-länge	Tag	Auszeich-nung

DREHEN

ObjektNr	PersonenNr

Die Relation CREWMITGLIED besitzt die Relation 1 und bleibt somit erhalten.

CREWMITGLIED

Personen Nr	Tätigkeit	Name	Vorname	Alter	Herkunft	Beziehung	Auszeich-nung

Durch die Kardinalität n kommt zur Relation MEDIENOBJEKT der Spalteneintrag *PersonenNr* hinzu.

MEDIENOBJEKT

Personen Nr	Objekt Nr	Objekt-titel	Pro-duktions-jahr	Pro-duktions-land	Genre	Objekt-länge	Tag	Aus-zeich-nung

Abbildung 22: Initiale und optimierte Tabellenmuster der n:1 Beziehung

Eigentlich sind Generalisierungen spezielle Fälle, wobei die Untertypen neben dem Obertypen auch eigene Relationen darstellen. Da aber in der vorliegenden Arbeit, die Spezialisierungen Schauspieler und Regisseur keine eigenen Attribute besitzen, welche nur für diese Entitäten gelten, muss die Generalisierung nicht extra behandelt werden. Die Typen würden nur aus einem Fremdschlüssel, der Primärschlüssel von Crewmitglied, bestehen.

Die Beziehungen **mitspielen** und **arbeiten mit** sind n:m Beziehungen und daher noch als eigenständige Relation vorhanden.

Normalisierung

Die ersten Modellierungsentscheidungen beruhen hauptsächlich auf Intuitionen. Um die Qualität des Datenmodells zu überprüfen und zu verbessern, kann man die ersten drei Normalisierungsstufen, welche ursprünglich für das relationale Datenbank-Modell entwickelt wurden, auch auf der konzeptuellen Ebene anwenden. Mit Hilfe der Normalisierung erfüllt das Datenmodell einige wichtige Standards. Die drei Normalisierungsstufen helfen, die Qualität des Modells zu prüfen und dabei das Schema an das relationale Datenbank-Modell anzupassen, Redundanzen zu verringern und Anomalien zu vermeiden.

Die Durchführung dieses durchaus wichtigen Prozesses würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen. Daher folgt nur eine kurze Definition der drei Formen. Der bisherige Ansatz sollte einem Datenbankentwickler vorerst ausreichend Einblick in die Problematik geben, um so auf den bisherigen Erkenntnissen aufzubauen.

1. Normalform

Der erste Normalisierungsschritt überprüft das Schema auf multiple Eigenschaften. Nur atomare Attribute also Daten mit den Werten *integer* oder *string* dürfen vorhanden sein. Mengenwertige Attribute abgespeichert als *array* oder *set* müssen vermieden werden. Im vorliegenden Schema würde das die mehrwertigen Attribute Produktionsland, Genre, Tag und Auszeichnung betreffen. Die Filme von vornerein nur auf einen Genre-Wert zu beschränken, würde sich negativ auf die Suche des Nutzers auswirken, da dieser genau diese eine Bezeichnung kennen und nennen müsste. Diese Eigenschaft der Mehrwertigkeit ermöglicht dem Nutzer mehr Freiheiten bei seinen intuitiven Eingaben. Neuerungen im Datenbankbereich verzichten auf die erste Normalform. Dieses Modell nennt sich NF^2-Modell (non-first normal form Modell). Neben mengenwertigen Attributen erlaubt dieses erweiterte Relationenmodell auch verschachtelte Relationen. Um eventuell Speicherplatz und Ressourcen zu sparen, könnte diese neue Methodik zur Erhaltung der mehrwertigen Attribute eingesetzt werden.

2. Normalform

Die zweite Normalform setzt voraus, dass die erste Normalform vorliegt und jedes nicht-Schlüssel-Attribut vom Primärschlüssel vollständig funktional abhängig ist.

3. Normalform

Eine Relation befindet sich in der dritten Normalform, wenn die zweite Normalform vorliegt und wenn kein Nichtschlüsselattribut von Primärschlüssel transitiv abhängt.

[Ste06], [Kem97], [Heu03], [Eir10], [Elm09], [Kle11], [Hem08]

Wie dieser Abschnitt gezeigt hat, ist allein die Überführen eines ER-Schemas in relationale Tabellen nicht ausreichend für eine optimale relationale Datenbank. Neben der ständigen Verbesserung der ER-Struktur, ist besonders die Optimierung und Normalisierung wichtig, um Redundanzen und Anomalien zu verhindern.

Ein kurzes Beispiel soll den Vorteil relationaler Datenbanken bzw. relationaler Tabellen aufzeigen. Die folgenden Tabellen sind unnormalisiert, aber weitestgehend optimiert (Ausnahme siehe n:m-Beziehung).

Das System muss in der Lage sein, die Signalwörter aus den Nutzereingaben bezüglich der Entitäten und der Beziehungen zu filtern. Das Beispiel wird sich jeweils aus drei Komponenten zusammensetzen. Dem Kommunikationsaustausch zwischen Mensch und Maschine, der Systemanalyse, also welche Tabellen das System für diese Eingabe nutzen muss und aus den Tabellen an sich. Es wird davon ausgegangen, dass die Datenbanken mit einer gewissen Menge an Objektdaten gefüllt sind.

Nutzer: Ich möchte den Film mit **Johnny Depp** aufgenommen haben.

Johnny Depp = CREWMITGLIED und *Film mit* = MITSPIELEN
Hier greift keine Optimierung, da es sich um eine n:m-Beziehung handelt.

CREWMITGLIED

PersonenNr	Tätigkeit	Name	Vorname	Alter	Herkunft	Beziehung	Auszeich-nung
32	1	Depp	Johnny	40			

MITSPIELEN

ObjektNr	PersonenNr
2	32
4	32
11	32
46	32

MEDIENOBJEKT

Objekt Nr	Objekttitel	Produktions-jahr	Produktions-land	Genre	Objekt-länge	Tag	Auszeich-nung
2	Sleepy Hollow	1999	USA	Horror			
4	From Hell	2001	USA	Horror, Mystery, Thriller			
11	Blow	2001	USA	Drama			
46	Sweeney Todd	2007	USA	Drama, Horror, Musical, Thriller			Golden Globe

Auf der Datenbank befinden sich vier Filme, in denen der Schauspieler Johnny Depp mitspielt.

System: Das sind leider zu wenige Informationen. Können sie etwas zur Handlung sagen?

Nutzer: Hier auf dem Bild sehe ich nur Johnny Depp. Der Hintergrund sieht **gruselig** und **düster** aus.

Gruselig, düster = Horror = Genre = Relation MEDIENOBJEKT

MEDIENOBJEKT

Objekt Nr	Objekttitel	Produktions-jahr	Produktions-land	Genre	Objekt-länge	Tag	Auszeich-nung
2	Sleepy Hollow	1999	USA	Horror			
4	From Hell	2001	USA	Horror, Mystery, Thriller			
46	Sweeney Todd	2007	USA	Drama, Horror, Musical, Thriller			Golden Globe

Gruselig und düster bedeutet das Genre Horror. Die Auswahl der Filme, in denen Johnny Depp mitspielt, beschränkt sich jetzt nur noch auf drei Filme. Der Film *Blow* hat keine Genre-Bezeichnung Horror und kommt somit nicht als gesuchtes Objekt in Frage.

System: Die Auswahl konnte weiter eingegrenzt werden. Haben sie noch andere Informationen zum Film?

Nutzer: Ich glaube **Tim Burton** hat diesen Film inszeniert. Er dreht ja oft mit Johnny Depp.

Tim Burton = Relation CREWMITGLIED und *dreht* = Relation DREHEN

Hier greift die Optimierung der 1:n-Beziehung (Regisseur:Medienobjekt)

CREWMITGLIED

PersonenNr	Tätigkeit	Name	Vorname	Alter	Herkunft	Beziehung	Auszeich-nung
45	2	Burton	Tim	50			

MEDIENOBJEKT

Personen Nr	Objekt Nr	Objekt-titel	Pro-duktions-jahr	Pro-duktions-land	Genre	Objekt-länge	Tag	Aus-zeich-nung
45	2	Sleepy Hollow	1999	USA	Horror			
45	46	Sweeney Todd	2007	USA	Drama Horror Musical Thriller			

Durch den Regisseur Tim Burton wird die Suche weiter eingegrenzt. Da er nur bei zwei von den drei bisher ermittelten Filmen Regie geführt hat, wird die Ergebnismenge wieder verkleinert.

System: Ergebnismenge konnten weiter eingegrenzt werden. Haben sie noch einen Hinweis?
Nutzer: Auf dem Plakat im Hintergrund steht Regents Park. Also könnte der Film in **London** spielen.
London = Handlungsbeschreibung = Tag = Relation MEDIENOBJEKT

MEDIENOBJEKT

Personen Nr	Objekt Nr	Objekt titel	Pro duktions jahr	Pro duktions land	Genre	Objekt länge	Tag	Aus zeich nung
45	46	Sweeney Todd	2007	USA	Drama Horror Musical Thriller		London	

Abbildung 23: Relationale Tabellen Beispiel

Da *Sleepy Hollow* nicht in London spielt, bleibt nur noch der Film *Sweeney Todd* übrig. In diesem Film spielt Johnny Depp mit, es ist ein Horror Film, der Regisseur Tim Burton hat Regie geführt und der Film spielt in London.

System: Meinen sie **Sweeney Todd** – Der teuflische Barbier aus der Fleet Street?
Nutzer: Ja, genau.

6 Dynamische Modellierung des Systems

Die dynamische Modellierung zeigt den Prozess der Aktionen- und Objektfindung während der Mensch-Maschine-Interaktion. Um diese Modellierung umzusetzen, wurde zuerst das ER-Modell in Betracht gezogen, damit die Modellierungsart eventuell beibehalten werden kann. Allerdings eignet sich diese Entwicklungsmethode nur für statische Prozesse. Die Wahl der Darstellungsform für das Systemverhalten fiel daher auf die Modellierungsart der Zustandsautomaten. Ihre nachvollziehbare, darstellende Notationsform unterstützt die gewünschte dynamische Modellierung des Systems.

6.1 Systemmodell

Um das dynamische Modell zu entwickeln, muss zuerst das gewünschte Systemverhalten definiert werden. Die geplante Arbeitsweise des kognitiven Systems wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

Die Nutzereingaben werden vom Recorder analysiert, um letztendlich von der Beobachtung auf die Intention des Nutzers schließen zu können. Auf Grund dieser Beobachtung der Nutzereingaben und der Schätzung der NutzerIntention ist das System in der Lage auch mit unsicherer Information umzugehen. Der Recorder ist dann bestrebt optimal auf die Intention des Nutzers zu reagieren. Mit der Möglichkeit des Zugriffs auf eine in einer Trainingsphase ermittelten Strategie optimiert der Recorder die Suche des Nutzers und führt ihn schneller ans Ziel. Die optimale Reaktion wird durch Synthese der Systemausgabe verständlich an den Nutzer übermittelt.

Um den Ansatz des kognitiven Systems zu verfolgen wurde das mathematische Modell des *Markov Entscheidungsprozesses* (*Markov Decision Process*, MDP) gewählt. Dieses verfolgt ansatzweise den gleichen Lösungsweg für das Entscheidungsproblem, wie es für das vorliegende fiktionale System vorgesehen ist.

Die Anwendung des MDP in einem Automaten unterscheidet sich zu anderen Automaten insoweit, dass ein Zustandsübergang nur vom vorhergehenden Zustand und nicht von dessen Vorgängern abhängig ist. MDP ist ein Tupel, bestehend aus:

- einer Zustandsmenge *S*,
- einer Aktionenmenge *A*,
- einer Abbildung *T* auf *S* x *A* x *S* $\rightarrow$ [0,1],
- einer Wahrscheinlichkeit, die sich wie folgt zusammen setzt: *T(s,a,s´) = p(s´|s,a)* (Wahrscheinlichkeit *p* von Zustand *s* und Ausführung von Aktion *a*, in Zustand *s´* zu gelangen),
- Belohnungsfunktion *r:S* $\rightarrow$ *R,*
- Startverteilung p_0

Die Lösung eines MDP ist die Anwendung einer Strategie π, welche den aktuellen Zustand auf eine optimale Aktion abbildet, sodass sich die Kosten über die Zeit minimieren. Ein Lösungsverfahren dafür ist beispielsweise das Value-Iteration-Verfahren [Ert09].

$$\pi : S \rightarrow A$$

Formel 1: Strategie bildet neuen Zustand auf optimale Aktion ab

Aber auf Grund der fehlenden Beobachtungen der NutzerIntentionen kann der MDP für die gewünschte dynamische Modellierung nicht angewendet werden. Der sofortige Schluss auf die Intention und das Vermeiden von Vermutungen lässt Systeme mit der Arbeitsweise nach dem MDP auf unsichere Informationen unflexibel reagieren und optimale Reaktionen bleiben somit aus.

Allerdings gibt es eine Erweiterung des *Markov Entscheidungsprozesses*, den *Partially Observable Markov Decision Process* (POMDP). Die in diesem Prozess vorliegende Schätzung der Zustände durch die Beobachtungen der Intentionen ermöglicht dem System optimale Reaktionen auf unsichere Informationen. Daher wird der POMDP für das gewünschte Systemverhalten des Recorders verwendet.

Die Abbildung 24 zeigt das Systemverhalten, angepasst auf den POMDP, im Betriebszustand.

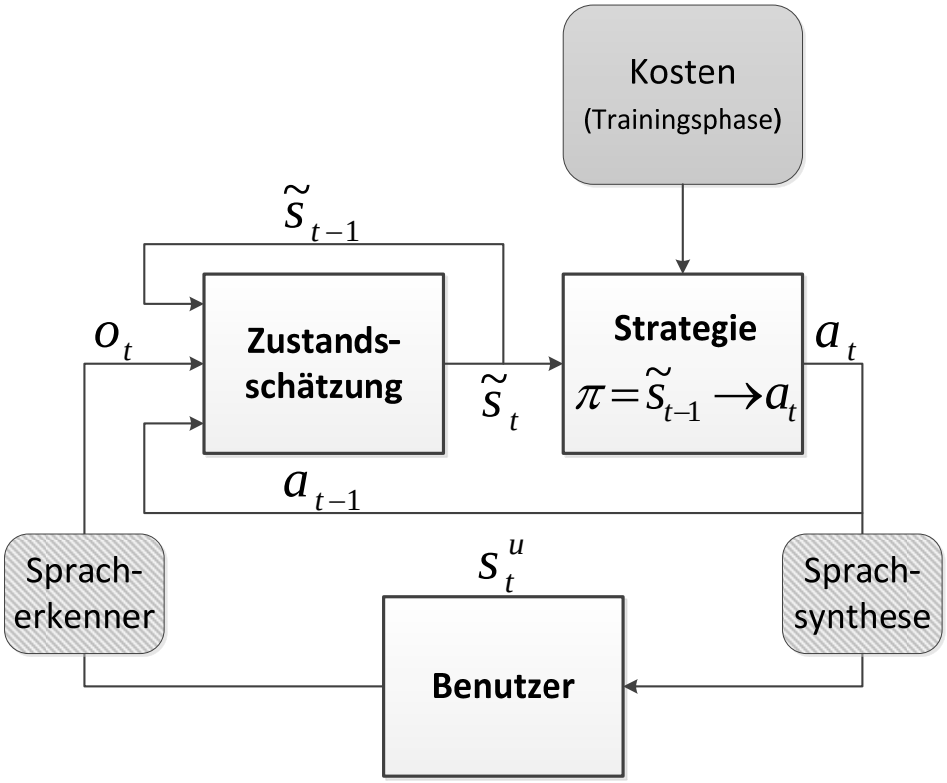


Abbildung 24: Kybernetischer Zyklus nach dem POMDP

Im Betriebszustand verhält sich das System wie folgt:

Der Benutzer hat einen Wunsch s_t^u, welcher erfolgreich bearbeiten werden soll. Diese Intention übergibt er dem System in Form akustischer Einheiten. Das System übersetzt diese Eingabe mit Hilfe des **Spracherkenners** zu einer Wortfolge. Diese Wortfolge wird vom System als Beobachtung o_t aufgefasst. Der Recorder schließt nicht direkt auf die Intention, sondern schätzt diese. Die **Zustandsschätzung** (siehe Formel 2) setzt sich aus der Beobachtung o_t, dem vorhergehenden geschätzten Zustand $\tilde{s}_{t-1}$ und der vorangegangen Aktion a_{t-1} zusammen.

$$\tilde{\boldsymbol{s}}_{\boldsymbol{t}} = \boldsymbol{f}(\boldsymbol{o}_{\boldsymbol{t}}, \tilde{\boldsymbol{s}}_{\boldsymbol{t-1}}, \boldsymbol{a}_{\boldsymbol{t-1}})$$

Formel 2: Funktionsgleichung des neu entstandenen Zustands $\tilde{s}_t$

Jetzt ist das System in der Lage, anhand des geschätzten Zustands und der aktuellen Beobachtung auf die Intention des Nutzers zu schließen. Das System ist nun bestrebt den neu entstandenen Zustand $\tilde{s}_t$ auf eine optimale Reaktion abzubilden. Bei dieser Abbildung spricht man von einer **Strategie**, welche in einer vorab durchgeführten Trainingsphase ermittelt wurde. Die dabei entstandene Kostenminimierung der möglichen Wege ermöglicht dem System mit der Strategiewahl den optimalen Weg zu gehen. Die gewählte Reaktion a_t wird schließlich über **Sprachsynthese** als Wortfolge an den Nutzer übergeben.

Mit den vorangegangenen Betrachtungen ist das Systemverhalten als dynamischer Prozess in einem Zustandsautomaten vorstellbar. Die letztendlich entscheidenden Eingaben, Ausgaben und Gewichtungen aus der Trainingsphase zur optimalen Strategiewahl finden sich ebenfalls in der Kantenbelegung eines Zustandsautomaten wieder. [Kae95][You10]

Zustandsautomat (Finite State Machine)

Eine Finite State Machine setzt sich aus Zuständen und Zustandsübergängen (Transitionen) zusammen. Ein Zustand beschreibt die Zeitspanne, in der ein Objekt verweilt, solange es auf ein Ereignis wartet. Ein Objekt befindet sich zu einem Zeitpunkt in genau einem Zustand. Tritt ein Ereignis ein, kann ein Objekt den Zustand wechseln. Der neue Zustand hängt vom vorhergehenden Zustand und vom eintretenden Ereignis ab. Sind Ausgangszustand und Folgezustand identisch, liegt eine Selbsttransition vor. Die Benennung von Zuständen ist optional. Auch *anonyme* Zustände bleiben weiter voneinander unterscheidbar. Finite State Machines besitzen einen Anfangszustand. Dieser Pseudozustand dient lediglich als grafisches Hilfsmittel. Der optionale Endzustand verdeutlicht das Existenzende eines Objekts. Zur grafischen Darstellung von endlichen Automaten werden in der dynamischen Modellierung Zustandsdiagramme (siehe Abbildung 25) verwendet. Diese Diagrammart ist Teil der grafischen Modellierungssprache UML (Unified Modeling Language). [Bal99]

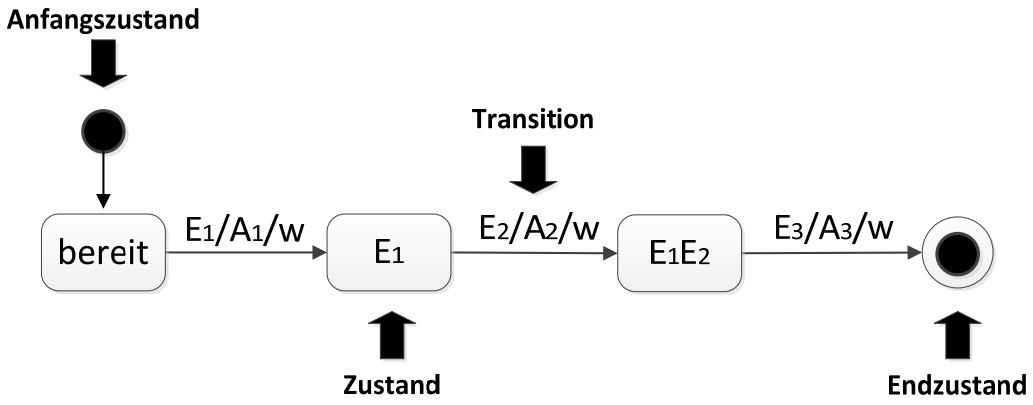


Abbildung 25: Zustandsautomat (Finite State Machine)

Kantenbelegungen

Die Kantenbelegung des angestrebten Automaten enthält die Komponenten Eingabe (E), Ausgabe (A) und Gewichtung (w). Auf Grund der flexiblen Eingabemöglichkeiten durch den Nutzer müssen sogenannte *Utterance Meaning Pairs* (UMPs) auf den Eingaben gebildet werden (Definition siehe Kapitel 8). Das gleiche gilt für die Systemausgaben. Das Definieren von UMPs, also das Bilden von Äquivalenzklassen gleich bedeutender Wortfolgen, sichert dem System den Umgang mit unsicherer Information. Das Bilden der UMPs und das Gewichten der Ein- und Ausgaben muss vor Inbetriebnahme des Recorders in einer Trainingsphase realisiert werden.

Die Gewichtung der Kanten wird ebenfalls in der Trainingsphase ermittelt. Die dabei angestrebte Kostenminimierung der Wegewahl optimiert die Systemreaktionen auf die Nutzereingaben. Anhand der ermittelten Gewichtungen aller im Training gegangenen Wege wählt der Recorder bei der Wahl der Strategie den optimalen Weg und somit die optimale Antwort für den Nutzer.

Modellvorstellung

Die für die dynamische Modellierung notwendige Trainingsphase wird mit Hilfe eines Experimentes realisiert. In diesem Experiment wird nur die Nutzer-Ebene betrachtet, da die System-Ebene durch einen Experimentator manipulativ gesteuert wird. Mit Hilfe des Experimentes können Wege der dynamischen Modellierung verfolgt werden und in der anschließenden Experimentauswertung als Systemmodell skizziert werden. Macht der Nutzer eine Eingabe, wird diese mit dem alten Informationsstatus verknüpft. Diese fortlaufende Abhandlung der Struktur der Merkmal-Werte-Relation veranlasst abhängig vom alten Zustand einen neuen oder gleichen Zustand. Daraufhin kann das System mit einer Ausgabe darauf reagieren. Entweder stellt es dem Nutzer eine Rückfrage, weil ihm Informationen fehlen oder es kann ein Objekt identifiziert werden und der Recorder gibt den Film oder die Serie aus.

Das System ist auf das Sammeln von UMPs in der Trainingsphase angewiesen, damit es in der Betriebsphase mit den unscharfen Nutzereingaben umgehen kann. Die im Experiment erschlossenen Wege des Nutzers, um an das gewünschte Ziel zu gelangen, werden vom Recorder nachvollzogen und bilden den wichtigen Lerneffekt.

6.2 Informationsstatus (Merkmal-Werte-Relation)

Der Informationsstatus zeigt den aktuellen Stand der Datensammlung während eines Systemprozesses an. Das Ziel, die Identifikation der Aktionen und Objekte, beruht auf dem Schema der Merkmal-Werte-Relation [Hub08]. Das System kann mit Hilfe eindeutiger und ausreichender Nutzereingaben den entsprechenden Merkmalen für **Aktionen** und **Objekten** Werte zuweisen.

Das System wird in Abhängigkeit der Nutzereingaben verschiedene Reaktionen zeigen und diese dem Nutzer mitteilen. Weiterhin ist für die Systemausgaben der aktuelle Informationsstatus entscheidend. Dieser Status verändert sich mit jeder Eingabe des Nutzers. Für diese Zielstellung bieten sich folgende Verhaltensfunktionen (Formel 3):

$$I' = f(I,E)$$
$$A = g(I')$$

Formel 3: Funktionsgleichungen eines neuen Informationsstatus und der Systemausgabe

Der neue Informationsstatus I´ ist abhängig vom alten Zustand I und der aktuellen Nutzereingabe E. Somit ist die Systemausgabe A vom aktuellen Zustand I abhängig.

Die in der Datenbank abgelegten Objektinformationen und deren Verknüpfungen sind im Objektmodell angeordnet (siehe Kapitel 5.2.3). Das System beschreitet während der Objektsuche einen Weg einer Wurzel entlang verschiedener Knoten Richtung Blätter (siehe Abbildung 26).

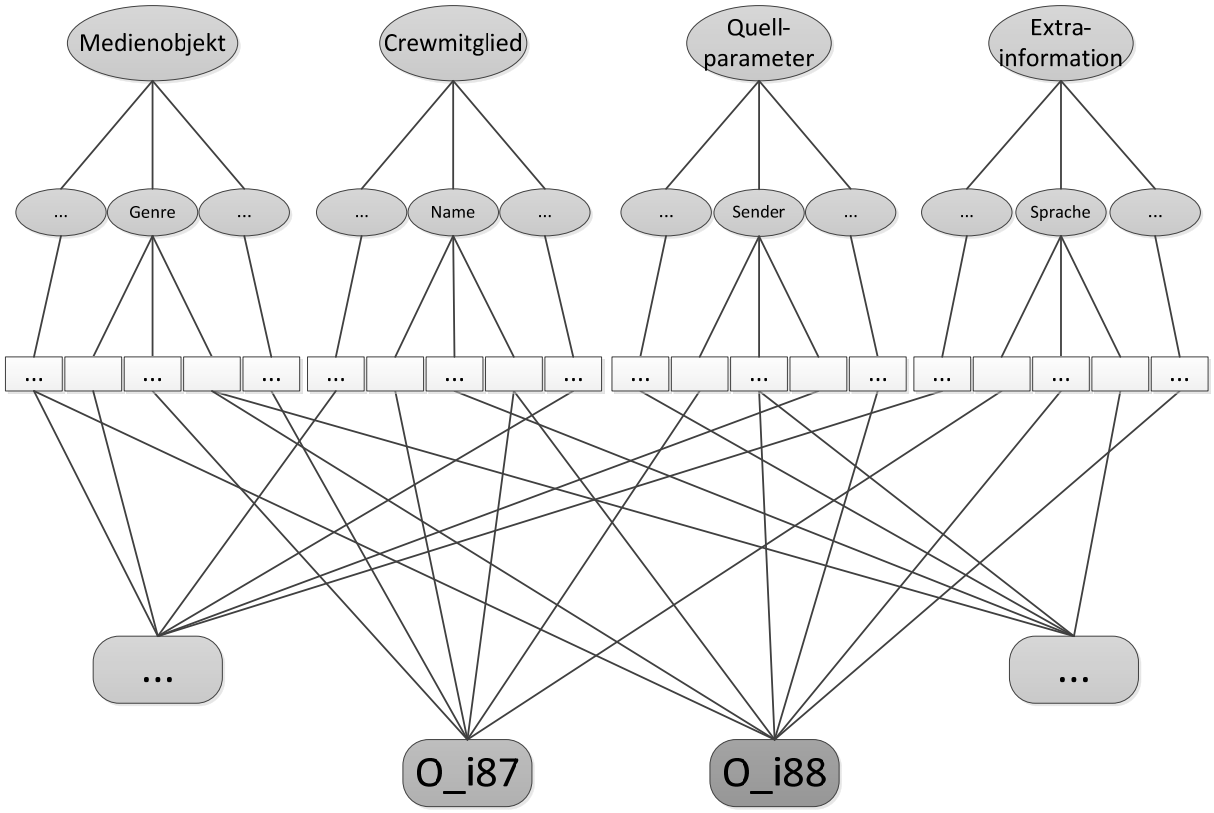


Abbildung 26: Theoretische Verknüpfung der Objektdaten veranschaulicht über das Objektmodell

Die Blätter sind die gesuchten Objekte. Jede Wurzel (entspricht dem Entitätstyp des ERM) besitzt mehrere Knoten (äquivalent den Attributen des ERM). Diese statischen Knoten sind je nach Datenbankeintrag mit Werten (ein Attributwert des ERM), also Metadaten der Objekte, gefüllt. Das Ziel ist es durch den Baum bis zu einem Blatt zu gelangen, welches die eindeutige Identifizierung eines abgelegten Objekts der Datenbank bedeutet. Der Vorteil dieser Datenaufspaltung ist, dass die Filmsuche des Systems dadurch effektiver wird. Die in Frage kommenden Objekte reduzieren sich von Anfrage zu Anfrage und das System muss nicht mehr auf dem gesamten Datenbestand suchen. Durch die Nutzereingaben kann das System Merkmale und Werte sammeln, bis es letztendlich eindeutig ein Objekt oder eine Objektliste dem Nutzer präsentieren kann.

Gleichzeitig bewegt sich das System bei entsprechenden Eingaben des Nutzers durch das Aktionenmodell (siehe Kapitel 5.1). Das Ziel der eindeutigen Identifizierung einer Aktion, hat ebenfalls einen Durchlauf vom Knoten bis zu einem Blatt zur Folge. Das Blatt stellt die gewünschte Aktion dar (siehe Abbildung 27).

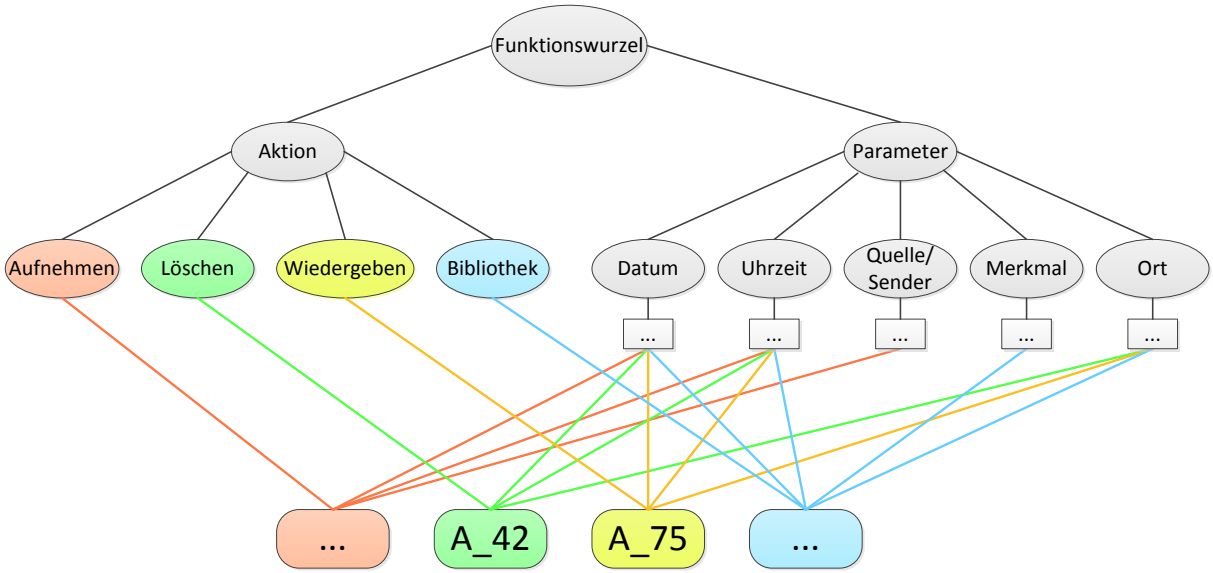
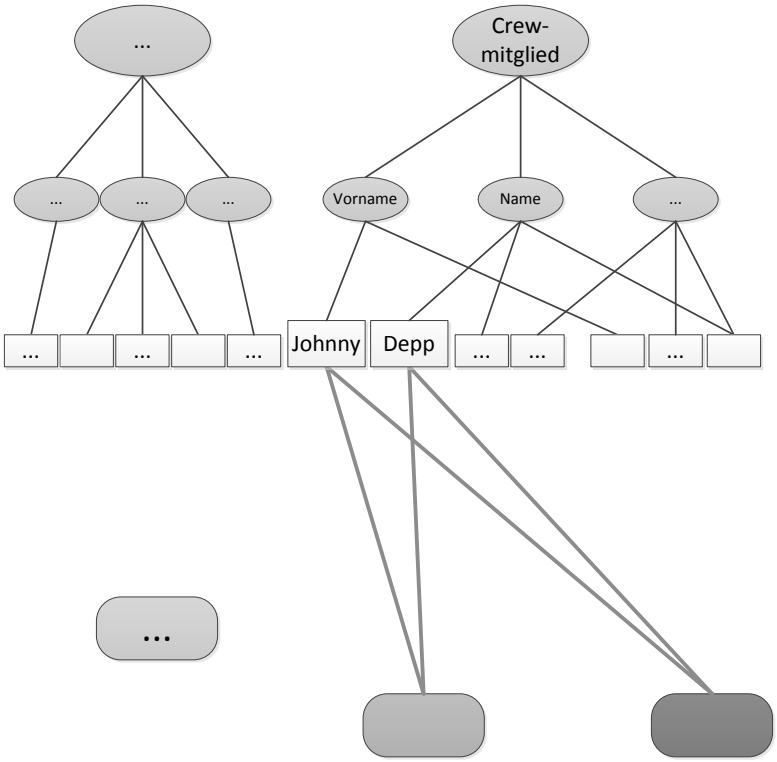


Abbildung 27: Theoretische Verknüpfung der Aktionsdaten, veranschaulicht über das Aktionenmodell

An einem Beispiel (siehe Abbildungen 28 und 29) soll gezeigt werden, wie die Merkmal-Werte-Relation gebildet wird und sich der Informationsstatus mit jeder neuen Eingabe verändern kann. Der Nutzer hat einen Wunsch an den Recorder und versucht diesen dem Gerät mitzuteilen. Wenn das System mehr Informationen benötigt, fordert es den Nutzer zu weiteren Eingaben auf. Am Anfang ist der Informationsstatus NULL, weil sich das System aktuell keine Werte merkt. Sobald der Nutzer eine zu verwertende Eingabe macht, baut sich der Informationsstatus auf und verändert sich mit jeder weiteren geeigneten Nachricht. Das System sammelt sowohl für die Aktionen als auch für die zu identifizierenden Objekte Werte. Der Informationsstatus kann also parallel durch zwei Modelle beeinflusst werden. Zu Beginn der Interaktion wird der Aktionswunsch „Aufnahme“ entnommen. Die Verarbeitung dieses Aktionswunschs wird nach der Objektidentifizierung in einem zweiten Modell dargestellt. Die grün geschriebenen Wörter sind jene, die den Informationsstatus des Systems beeinflussen. Die Wirkung dieser Signalwörter hängt allerdings vom vorhergehenden Informationsstatus ab. Da das Beispiel in dieser Arbeit bereits einmal als Erklärungshilfe genutzt wurde kann die Deutung der Signalwörter im Kapitel 5.2.3 nachvollzogen werden.

Nutzer:

Ich möchte einen Film mit **Johnny Depp** aufgenommen haben.

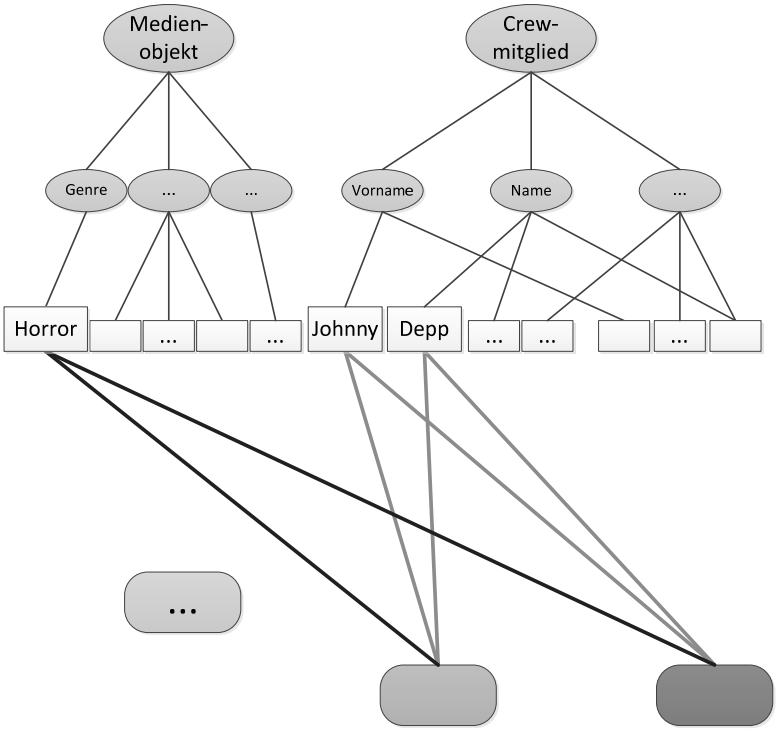


System:

Das sind leider zu wenige Informationen. Können sie etwas zur Handlung sagen?

Nutzer:

Hier auf dem Bild sehe ich nur Johnny Depp. Der Hintergrund sieht wie so oft **gruselig** und **düster** aus.

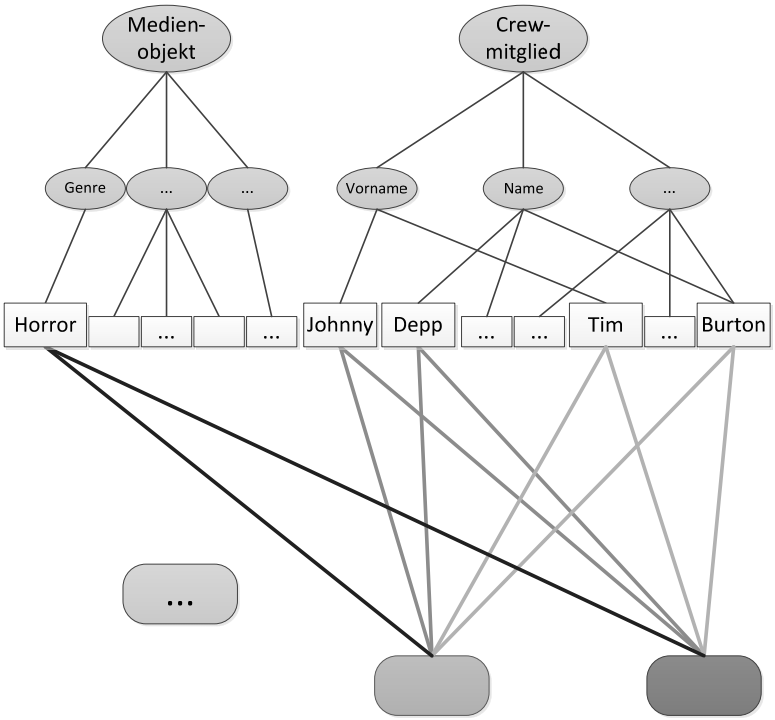


System:

Die Auswahl konnte weiter eingegrenzt werden. Haben sie noch andere Informationen zum Film?

Nutzer:

Ich glaube **Tim Burton** hat wieder einmal diesen Film inszeniert. Er dreht ja auch oft mit Johnny Depp.



System:

Die möglichen Filme konnten wieder eingegrenzt werden. Haben sie noch einen Hinweis?

Nutzer:

Auf dem Plakat im Hintergrund steht was mit Regend Park, also könnte der Film in **London** spielen.

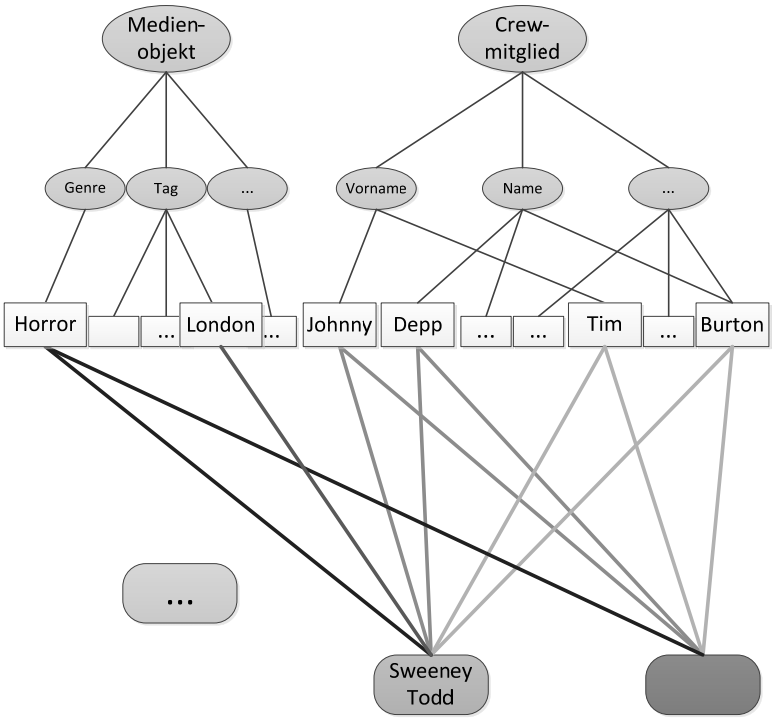


Abbildung 28: Beispiel Informationsstatus Objektmodell

System:

Meinen sie **Sweeney Todd** – Der teuflische Barbier aus der Fleet Street?

Nutzer:

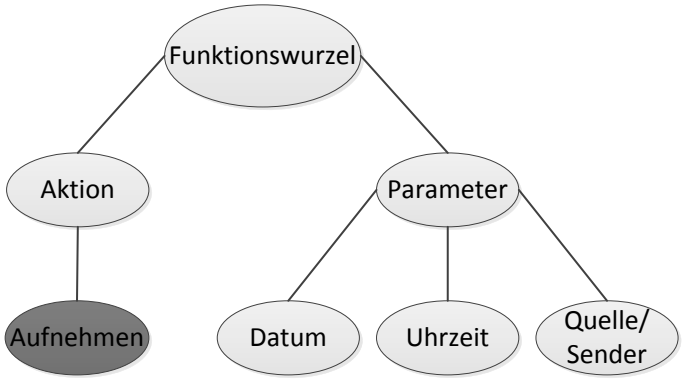
Ja, genau.

Das System konnte den Film Sweeney Todd als gesuchtes Objekt identifizieren. Dieser Film hat in der externen Datenbank beispielsweise die Identifikationsnummer O_45.

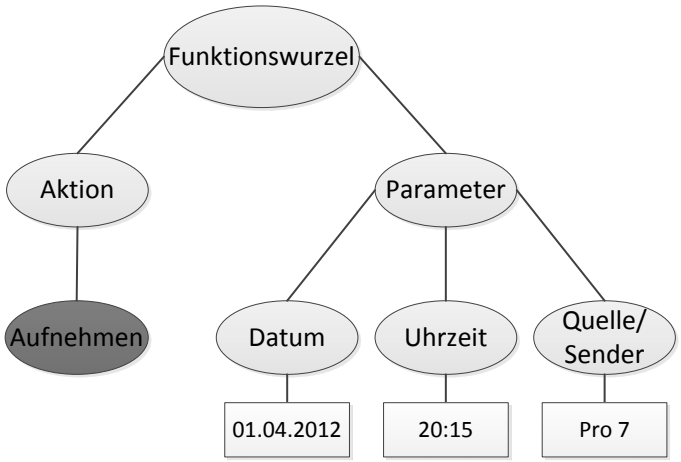
Da in der Praxis mit größeren Datenbanken gearbeitet wird, bietet es sich zukünftig an, die Ergebnistoleranz bezüglich der Objektsuche zu erhöhen. Das bedeutet, dass der Recorder zum Beispiel ab einer vorliegenden Ergebnismenge von drei Objekten diese dem Nutzer auflisten könnte. Der Benutzer könnte dann den gesuchten Film auswählen. Das würde die Interaktion vereinfachen und die Suche für den Nutzer erleichtern.

Zum Informationsstatus gehört ebenfalls der Prozess der Aktionsidentifikation. Ist das System auf die Informationen durch den Nutzer angewiesen, werden alle eingegebenen Hinweise gesammelt und das System navigiert durch die Baumstruktur.

Nutzer:
Ich möchte den Film
mit **Johnny Depp**
aufgenommen haben.



Der Film wird mit Hilfe der Nutzereingaben identifiziert.
Der Film heißt ***Sweeney Todd***.



Mit dieser Information werden auf der externen Datenbank die Daten zur Ausstrahlung des Medienobjekts gesucht.

Die Verknüpfung der Aktion Aufnehmen und die Werte der Merkmale Datum, Uhrzeit und Quelle ergeben für dieses Beispiel die Aktion 1.

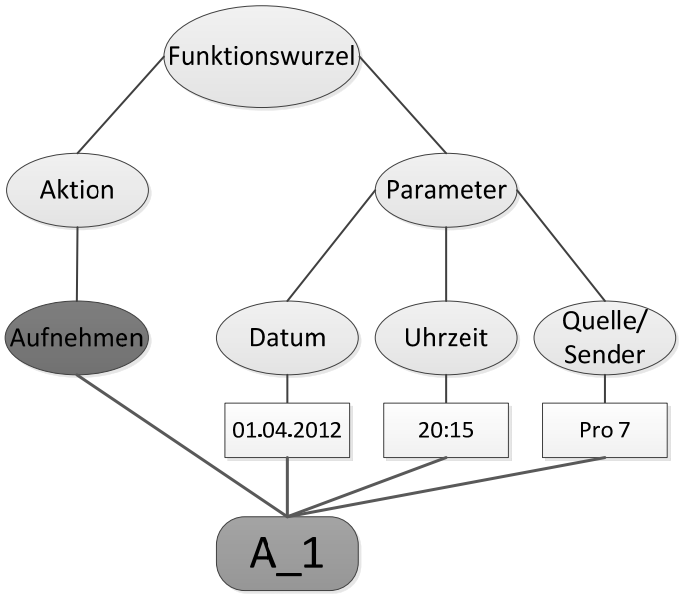


Abbildung 29: Beispiel Informationsstatus Aktionenmodell

Der Nutzer kann während der Interaktion mit dem System die Kommunikation abbrechen. Der Recorder reagiert auf die Eingabe die den Abbruch wünscht und setzt den Informationsstatus auf null. Folgt eine neue Eingabe werden die Informationen in den Status aufgenommen, welcher sich entsprechend weiterer Eingaben verändert. Hat der Nutzer eine falsche Eingabe getätigt und möchte sie ungültig machen indem er einen Schritt zurück geht, muss dieser seine vorherige Aussage verneint wiederholen. Somit kann der aktuelle Informationsstatus wieder auf die vorhergehende Ergebnismenge zurückgesetzt werden.

Neben den positiv formulierten Informationen, kann der Nutzer auch negative Eingaben tätigen. Negierte Aussagen bewirken ebenfalls eine mögliche Reduzierung der Ergebnismenge.

Um sich vor allem bei Situationen, wie Löschen, Abbruch oder Rückschritte zu versichern, dass die Eingabe richtig gedeutet wurde, fragt das System vor der Umsetzung dieser Befehle nochmals explizit nach dessen Ausführung.

7 Integriertes Struktur- und Funktionsmodell

Das Gesamtsystem ist in zwei Ebenen unterteilt. Das System, der Recorder, befindet sich auf der System-Ebene und der Benutzer, einschließlich seines Umfeldes, befindet sich auf der Nutzer-Ebene. Diese strenge Trennung soll verdeutlichen, dass beide Ebenen ihre eigenen Schwerpunkte aufweisen. Im Gesamtsystem dient vor allem die Nutzerebene der Veranschaulichung der späteren Experimentierumgebung. Auf der Systemebene befindet sich das integrierte Struktur- und Funktionsmodell (in Abbildung 30 grau hinterlegt und mit (1) markiert), welches zur Identifikation der A_ID und der O_ID dient und die Aktionen-, Objekt- und Datenbankmodelle beinhaltet. Die Kompatibilität der Objekte mit den gewünschten Aktionen wird durch die Assoziations- und Berechtigungstabelle sichergestellt. Sie zeigen, welche Aktion mit welchem Objekt vom Nutzer gewünscht wird und definieren erlaubte und nicht erlaubte Verbindungen.

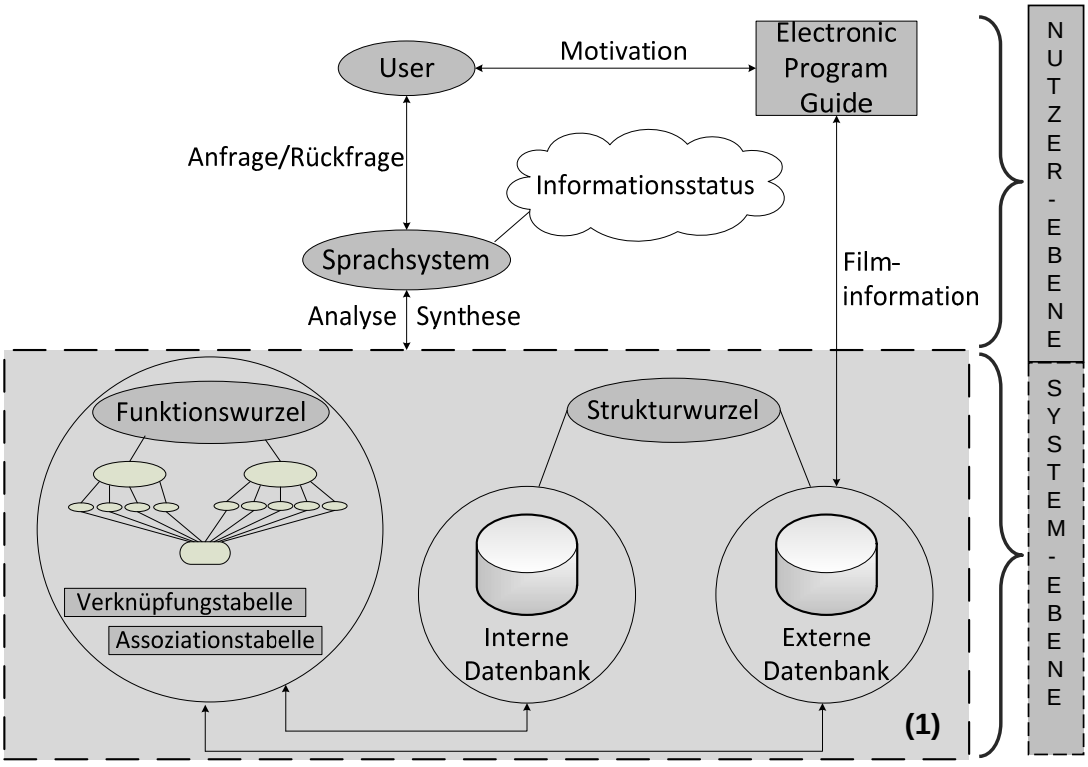


Abbildung 30: Gesamtsystem mit integriertem Struktur- und Funktionsmodell (1)

7.1 Assoziationstabelle

Das Ziel des integrierten Struktur- und Funktionsmodells, das Identifizieren des Objektes und der Aktion, mit der das Objekt ausgeführt werden soll, wird durch die Assoziationstabelle (siehe Tabelle 2) unterstützt. Das System nutzt diese Tabelle als Arbeitsplaner, indem es darin, die bisher identifizierten Objekte oder Aktionen vermerkt. Erst wenn die Paarung vervollständigt ist, ist eine Assoziation entstanden und das System kann mit deren Abarbeitung beginnen. Diese Abarbeitung hat zunächst eine Überprüfung auf Berechtigung zur Folge (siehe Kapitel 7.2). Konnte daraufhin eine Assoziation abgearbeitet werden oder musste der Vorgang abgebrochen werden, löscht das System diesen Tabelleneintrag und füllt die Assoziationstabelle beim nächsten Nutzerwunsch erneut.

ID / Assoziation	Aktionen_ID	Objekt_ID
1	A_*ID*	O_*ID*
2		O_i*ID*
…	…	…

Tabelle 2: Assoziationstabelle

In der Tabelle ist ein bereits vollständiger Eintrag zu erkennen, die Assoziation 1. Zur Assoziation 2 fehlt noch die Aktionsidentifizierung, also welche Aktion auf dem internen Objekt 2 ausgeführt werden soll.

7.2 Berechtigungstabelle

Ist eine Assoziation in der Assoziationstabelle zu verzeichnen, wird das System diese Verknüpfung von Objekt und Aktion auf die nötige Berechtigung mit Hilfe der Berechtigungstabelle überprüfen. Die Berechtigungstabelle (siehe Tabelle 3) verhindert, dass keine Aktionen unerlaubt auf Objekten durchgeführt werden. Diese Tabelle verwaltet systemspezifische und nutzerspezifische Berechtigungen, wobei sich die Dynamik der Tabelle auf die nutzerspezifischen Ermächtigungen beschränkt.

Unabhängig von welcher Datenbank die aktuell bearbeiteten Objekte stammen, werden letztendlich die Berechtigungen überprüft. Anhand der mitgeführten Markierungen, kann das System interne von externen Objekten unterscheiden. Die zweidimensionale Tabelle zeigt die erlaubten Verknüpfungen zwischen intern bzw. extern abgespeicherten Objekten

und den definierten Recorder-Aktionen. Die Zeilenunterscheidung zwischen internen und externen Objekten ist dabei ausschlaggebend. Die Verknüpfungen, wie sie in der Tabelle 3 zu sehen sind, wurden für diesen Recorder festgelegt und sind systemspezifisch. Zellen, die mit einem X gekennzeichnet sind, besagen, dass die jeweiligen Aktionen nicht mit den jeweiligen Objekten durchgeführt werden dürfen. Das System kann z.B. kein internes Objekt aufnehmen. Alle anderen Aktionen sind mit einem Objekt der internen Datenbank erlaubt. Soll eine Aktion mit einem externen Film durchgeführt werden, sind die Aktionen Löschen und die Anwendung der Bibliotheksfunktion untersagt. Damit wird verhindert, dass ein Benutzer etwas auf der externen Datenbank manipuliert und verändert.

Aktion / ID	Aufnehmen	Löschen	Wiedergeben	Bibliothek
O_i*ID*	**X**			
O_*ID*		**X**		**X**

Tabelle 3: Tabellenmodell für Berechtigung

Die Tabelle könnte auch noch weitere systemspezifische Berechtigungen enthalten. Zum Beispiel könnte der Recorder zur Redundanzvermeidung und somit zur Ressourcenersparnis festlegen, dass keine Filme mit einem qualitativ höheren Bildformat aufgenommen werden, als das Endgerät unterstützen kann. Neben systemspezifischen Festlegungen, kann auch der Nutzer die Tabelle erweitern. Eine nutzerspezifische Berechtigung kann beispielsweise verhindern, dass FSK 18 Filme aufgenommen oder wiedergegeben werden.

Während der Überprüfungen durch die Berechtigungstabelle ist es vor allem notwendig, dass das Belohnungssystem des Systems erhalten bleibt. Daher muss das System bei der Identifikation einer unerlaubten Verknüpfung davon ausgehen, dass der vorliegende Fehler auf die Nutzereingabe zurück zuführen ist. Ist eine ID-Aktions-Verknüpfung nicht erlaubt, sucht das System eine neue Möglichkeit, um einen erlaubten Eintrag zu finden. Entweder folgt eine Rückfrage an den Nutzer oder das System bietet dem Nutzer eine Alternativlösung an.

8 Utterance Meaning Pairs

Das Systemverhalten des dynamischen Modells wird mit Hilfe eines Zustandsautomaten dargestellt (siehe Kapitel 6). Bevor dieser entworfen werden kann, müssen die Kantenbelegungen Eingabe, Ausgabe und Gewichtung definiert werden.

Damit das System im Betriebszustand in der Lage ist robust auf unscharfe Informationen zu reagieren, werden auf den Ein- und Ausgaben *Utterance Meaning Pairs* gebildet. Diese Bildung von Äquivalenzklassen fasst verschiedene Begriffe mit der gleichen Bedeutung zusammen. Dadurch ist der Recorder beispielsweise in der Lage auch unterschiedliche Wortkodierungen der Nutzereingaben richtig zu deuten. Das Bilden der UMPs kann durch das Sammeln von Informationen in einem Experiment realisiert werden. In dieser Arbeit wird eine passende Testumgebung entwickelt, wobei ausschließlich die Eingaben der Nutzer untersucht werden. Zukünftig müssen ebenfalls auf den Systemausgaben die UMPs gebildet werden, damit der Nutzer eine synthetisierte Antwort erhalten kann.

Die folgende Abbildung 31 zeigt die beispielhafte UMP-Bildung:

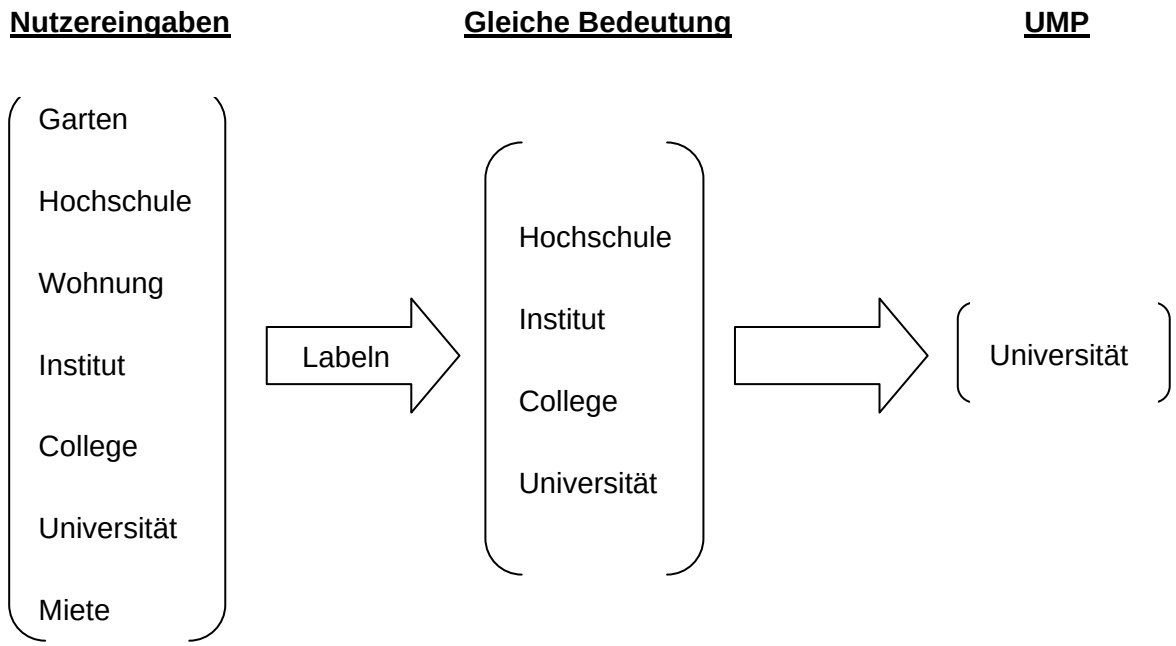


Abbildung 31: *Utterance Meaning Pairs*-Bildung durch Labeln

Die Nutzereingaben werden markiert und es können äquivalente Klassen der Wörter gebildet werden, welche die gleiche Bedeutung aufweisen. Durch das Labeln können alle Wörter zusammengetragen werden, die die gleiche Bedeutung haben. Die Abbildung 31 zeigt gekennzeichnete Wörter, welche sinngemäß die **Universität** repräsentieren**.**

Diese ermittelten Bedeutungen dienen letztendlich als Eingabe für das dynamische Modell und können zu einer Verifikation und Verbesserung des Systems genutzt werden. Das Sammeln äquivalenter Begriffe trainiert ein interaktives System und der Umgang mit unscharfer Information wird sicherer. [Wir11]

9 Experiment

Zur dynamischen Modellentwicklung gehört u. a. das Bilden von UMPs. Das System muss vor der physischen Realisierung in einer Trainingsphase Nutzereingaben sammeln. Die Analyse dieser Informationen wird verschiedene Möglichkeiten aufzeigen, wie Nutzer über Spracheingaben zu ihrem Ziel gelangen. Auf den unterschiedlichen Eingaben können Äquivalenzklassen gebildet werden und das System ist somit in der Lage, verschiedene Eingaben, welche das Gleiche meinen, einer Bedeutung zuzuordnen. Somit können in der Betriebsphase flexible Systemreaktionen auf unterschiedliche Nutzereingaben realisiert werden. Die Schwierigkeit des Erhaltens der Nutzereingaben ergibt sich aus der Tatsache, dass das System noch nicht existiert. Für den Gewinn realitätsnaher Informationen bietet sich das Experimentverfahren *Wizard-of-Oz* an. Damit die Experimentergebnisse anwendungsnah sind, müssen die Probanden davon ausgehen, dass sie mit einer Maschine kommunizieren. Die *Wizard-of-Oz* Methode erzielt diese gewünschten Ergebnisse, indem der Experimentator die Maschine so ersetzt, dass die Probanden glauben, mit einem technischen Gerät zu interagieren.

Das Ziel dieses Experimentes ist es, Nutzereingaben zu sammeln und auszuwerten. Neben sprachlichen Eingaben zur Suche nach Objekten, muss der Proband auch Eingaben zu den vorgeschriebenen Aktionen machen. Somit kann in der Auswertung sowohl die Objektidentifizierung als auch die Aktionsidentifizierung nachvollzogen und analysiert werden. Mit Hilfe dieser Experimentform kann das bisher nur semantisch existierende sprachverstehende System bereits in seiner Entwicklungsphase verbessert werden. Dieses Kapitel wird die experimentelle Vorgehensweise, vom Konzept bis zur Umsetzung, beschreiben.

9.1 Wizard-of-Oz

Das *Wizard-of-Oz* Experiment geht auf John F. Kelley um ca. 1980 zurück. Er prägte den Begriff während seiner Dissertation an der John Hopkins University. Sein Ziel war es, eine Mensch-Maschine-Kommunikation zur Evaluierung seines Sprachsystems noch während der Entstehung zu simulieren. Die Probanden seines Experimentes sollten glauben, sie würden mit einem funktionierenden System arbeiten, welches in Wirklichkeit aber durch eine andere Person gesteuert wurde. Bis heute wird diese Methode in der Entwicklungsphase technischer Geräte angewendet. Es wird angenommen, dass die dadurch gesammelten

Informationen nützlicher und authentischer sind, als der Versuch über eine Mensch-Mensch-Kommunikation Daten zu sammeln. [Bie98][Bri95]

9.2 Vorbereitung

Da der Experimentator die Maschine ersetzt und somit authentisch in Interaktion mit dem Probanden treten muss, verlangt es eine gute und sorgfältige Vorbereitung des Experiments. Inhalt des Experimentes ist, dass der Proband vorgegebene Aufgaben löst und somit alle vorhandenen Funktionen (siehe Kapitel 5.1) des Recorders testet. Eine vor dem Experiment erstellte Datenbank sichert dem Experimentator eine gewisse Kontrolle über das Experiment. Vorbereitete Systemausgaben und Kenntnisse über die Datenbankobjekte erleichtern dem Experimentator dem Probanden maschinenähnliche Antworten zu geben. Neben dieser Arbeitserleichterung für den Experimentator schränkt die Aufgabenstellung den Teilnehmer allerdings in seiner Handlungsfreiheit ein. Die vorbereiteten Beispiel-Objekte lenken die Äußerungen des Probanden indirekt. Neben den Vorbereitungen für die Systemausgaben ist auch ein realistischer Systemaufbau für die Glaubwürdigkeit des scheinbar existierenden Recorders wichtig. Neben einer optischen Anpassung des Wunschsystems ist die Art der Systemausgaben entscheidend.

Die bekannte Abbildung des Gesamtsystems wird für die Darstellung der Experimentier-umgebung abgewandelt (siehe Abbildung 32).

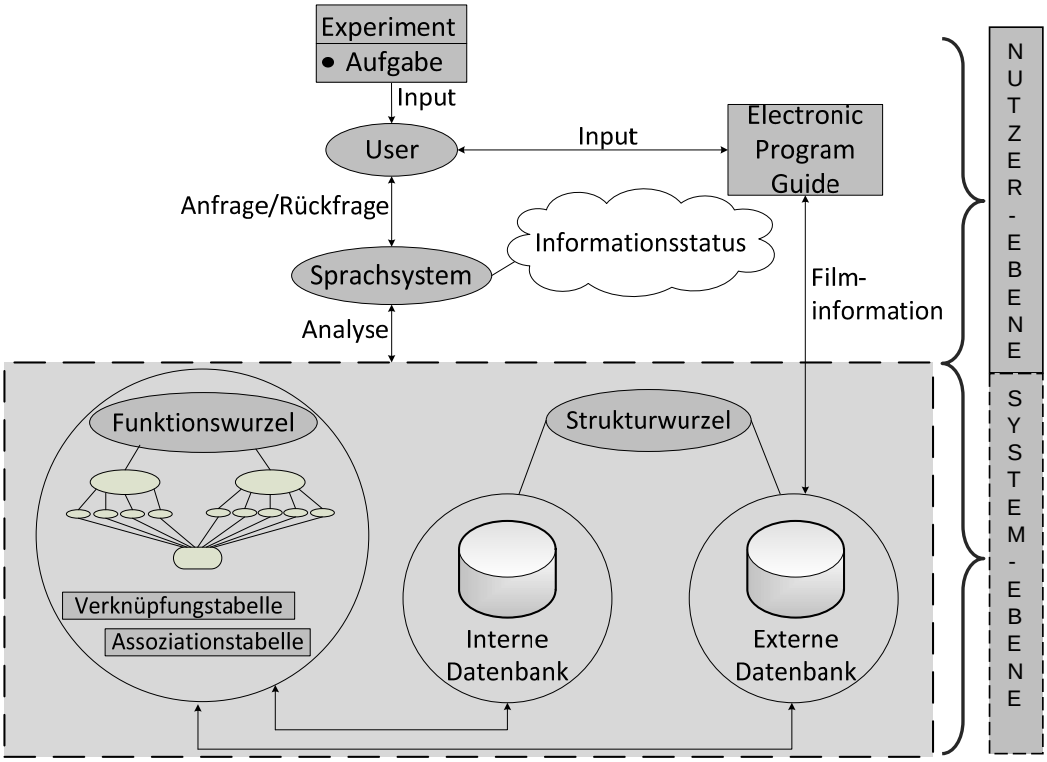


Abbildung 32: Gesamtsystem (Experiment)

Die Nutzereingaben werden durch zwei Inputs stimuliert. Den Teilnehmer beeinflusst zum Einen die Aufgabenstellung und zum Anderen der EPG, welcher im Experiment gleichzeitig eine Schnittstelle zwischen Nutzer und Recorder darstellt.

9.2.1 Zielgruppen

Für ein repräsentatives Experiment ist eine gewisse Anzahl an Teilnehmern verschiedener Altersklassen notwendig. Bezogen auf das vorliegende Projekt würde das die Zielgruppen Jugendliche, Erwachsene und Senioren betreffen. Kinder können auf Grund der Bedienung eines technischen Gerätes vernachlässigt werden. Stellvertretend für jede Altersgruppe ist eine Teilnehmerzahl von 20-30 Probanden erstrebenswert. Eine weitere interessante Zielgruppenunterteilung ist die Unterscheidung zwischen Mann und Frau. Damit geschlechterspezifischere Beispiele getestet werden können und um die Testumgebung dem Probanden realitätsnäher zu gestalten, wurden zwei sich unterscheidende EPGs erstellt.

In dieser Masterarbeit kann allerdings ein Experiment in diesem Rahmen, aus zeitlichen Gründen, nicht durchgeführt werden. Der theoretische Aufbau und die Durchführung werden dennoch gründlich erarbeitet und an einer kleinen Gruppe von Probanden getestet. Die

dadurch gewonnen Erkenntnisse können auch in diesem frühen Stadion zu Verbesserungen und Veränderungen des Experimentes und des bereits entworfenen Modells führen.

Die weiteren Kapitelabschnitte beschreiben die theoretische Vorgehensweise der *Wizard-of-Oz* Methode und können als Grundlage zukünftiger und weiterführender Experimente genutzt werden.

9.2.2 Aufbau

Das Experiment wird an der BTU Cottbus in einem Labor mit einer Sprecherkabine durchgeführt. Der Proband wird sich während des gesamten Experiments in dieser Kabine befinden. Er wird durch keine äußeren Einflüsse gestört und kann auch nicht mit der Außenwelt kommunizieren. Der Teilnehmer kommuniziert in der Kabine nur mit dem Recorder und wenn er Hilfe benötigt muss der Experimentator zum Teilnehmer in die Sprecherkabine kommen. Der Experimentator sitzt außerhalb der Kabine und hört den Probanden über Lautsprecherboxen.

Sprecherkabine

Der Proband sitzt an einem Tisch und hat einen Computer-Monitor vor sich stehen. Auf dem Tisch befinden sich außerdem ein Tablett-PC, Lautsprecherboxen und ein Mikrofon. Über das Mikrofon macht der Proband seine Spracheingaben an das System. Der gesamte Experimentdurchlauf, von der Einführung bis hin zur Auswertung, wird mit einem Audioprogramm aufgenommen. Das ermöglicht eine nachträgliche Auswertung jedes Probanden. Über den Monitor bekommt der Teilnehmer durch ein Pop-up Fenster die Reaktionen des Recorders, in schriftlicher Form, eingeblendet. Ein Signal beim Empfang einer Nachricht verhindert, dass der Proband die zehn Sekunden angezeigte Nachricht verpasst. Der gesamte Monitor wurde so manipuliert, dass der Proband weniger an einen Computermonitor, als an einen Fernsehbildschirm erinnert wird. Ein bereitgestellter Mediaplayer wird bei einem Wiedergabewunsch des Probanden die jeweiligen Video-sequenzen abspielen.

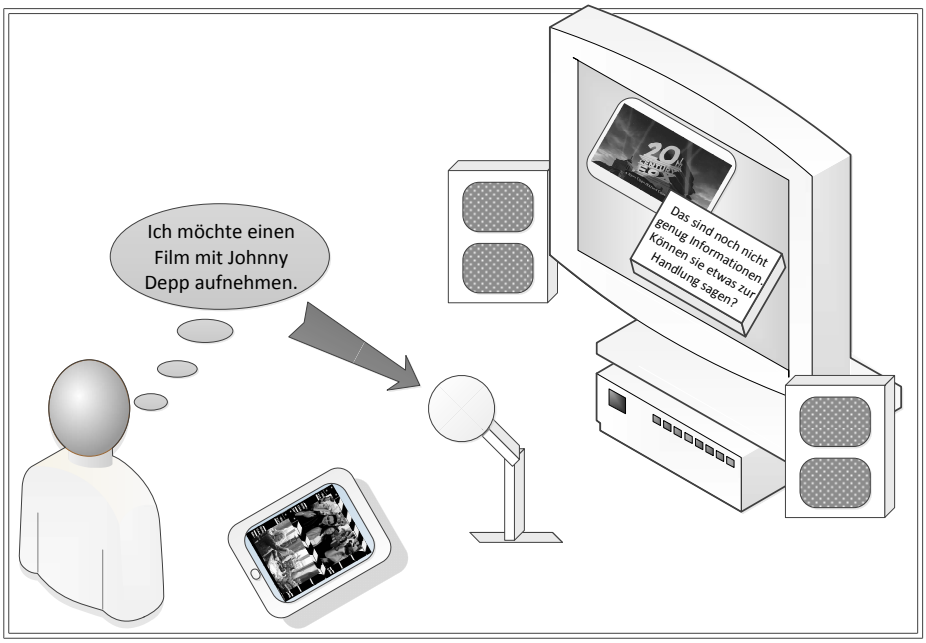


Abbildung 33: Proband in Sprecherkabine

Der Experimentator befindet sich außerhalb der Sprecherkabine. Über einen Laptop, erweitert mit einem Monitor, simuliert er die Recorder-Reaktionen. Er bedient während des Experiments die Programme **Winsent Messenger**, **Copernic Desktop Search – Home** und einen Mediaplayer. Vorbereitete Systemausgaben sollen dem Experimentator helfen schneller auf die Nutzereingaben zu reagieren. Über eine Verbindung zu den Lautsprechern in der Sprecherkabine und dem Programm **Team Viewer** können eingespielte Videosequenzen über einen Mediaplayer vom Probanden gesehen und gehört werden.

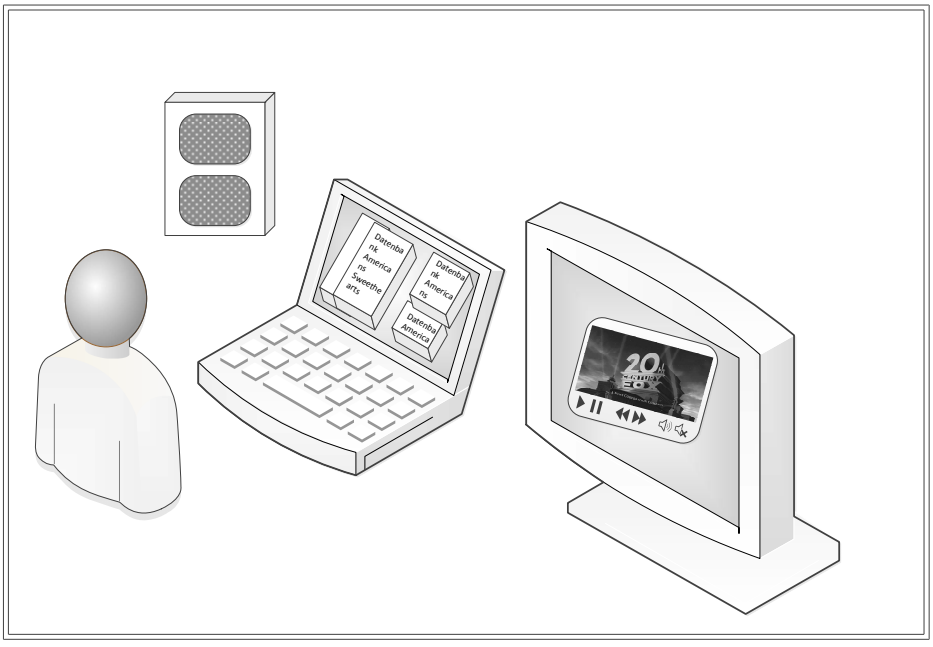


Abbildung 34: Experimentator (Wizard) außerhalb der Sprecherkabine

Winsent Messenger

Das Programm **Winsent Messenger** ist ein Nachrichtendienst für Microsoft. Über eine LAN-Verbindung zwischen zwei Computern können Informationen ausgetauscht werden. Dieses Programm wird im Experiment einseitig durch den Experimentator genutzt. Durch eine Pop-up Fenstereinstellung blenden die vom Recorder gesendeten Nachrichten für den Probanden zehn Sekunden lang auf. Ein eingestellter Signalton unterstützt die Funktion des Pop-up Fensters.

Abbildung 35: Winsent Messenger Pop-up Fenster, Nachricht vom Recorder an den Probanden

Da mit Hilfe des Programms der Nachrichtenverlauf gespeichert wird, ist es in der Nacharbeit möglich, die Systemausgaben noch einmal nachzuvollziehen.

Copernic Desktop Search-Home Version 3.6.0

Damit der Experimentator während des Experiments schnell und genau auf den Einträgen der vorab erstellten Datenbank nach Objekten suchen kann, wird das **Copernic Desktop Search-Home** Programm verwendet. Dieses Programm führt eine Volltextsuche auf den abgelegten Textdateien durch. Stimmt der gesuchte Begriff oder die Wortkette mit den Informationen in einer Datei überein, wird der Name der Datei angezeigt und separat dessen Inhalt. Unter Kapitel 9.2.3 Datenbanken wird die genaue Ablage der Objektdaten beschrieben.

Team Viewer

Das Programm Team Viewer ermöglicht vernetzten Computern u.a. eine einseitige Fernsteuerung. Für das vorliegende Experiment hat der Computer in der Sprecherkabine Zugriff auf den Rechner des Experimentators. Diese Richtungseinstellung wird gewählt,

weil somit die Fenstereinstellung für den Probanden gewählt werden kann. Der Mediaplayer wird über den zweiten Monitor des Experimentators ausgeführt und dieses 2. Fenster kann im Team Viewer ausgewählt werden, damit der Proband nur diesen Mediaplayer sieht. Nun kann der Experimentator unbemerkt Videosequenzen auf seinem Rechner über diesen Player wiedergeben und der Teilnehmer kann diese Einspieler verfolgen.

9.2.3 Datenbank

Damit das Experiment erfolgreich durchgeführt werden kann, muss in der Vorbereitung eine überschaubare Auswahl an Objekten zusammengestellt werden. Zu jedem dieser Objekte werden alle relevanten Eigenschaften der Entität **Medienobjekt** zusammengetragen. Neben den Attributen *Objekttitel*, *Produktionsjahr*, *Produktionsland*, *Objektlänge*, *Tag* und *Genre* sind außerdem die Attribute *Name* und *Vorname* der Entität **Crewmitglied** für das Experiment relevant (Beispiel siehe Anhang Anlage 1). Die Wahl der Datenbankobjekte erfolgte mit dem Hintergrund, dass mehrere Filme und Serien sich in einigen ihrer Metadaten ähneln. Dadurch kann dem Nutzer im Experiment eine Auswahl an passenden Objekten auf seine Eingabe vorgeschlagen werden. Wurde beispielsweise ein Bild für den EPG gewählt, auf dem Tom Hanks zu sehen ist, sollten weitere Filme mit diesem Schauspieler auf der Datenbank existieren. Umso mehr sich ähnelnde Objekte der Experimentator anhand der abgebildeten EPG-Objekte vorher gesammelt hat, umso mehr muss er den Probanden nach neuen eindeutigeren Informationen fragen. Je mehr Interaktion zwischen Teilnehmer und Recorder stattfindet, desto mehr Nutzereingaben können gesammelt werden.

Zu jedem Objekt wurden Werte der Eigenschaft *Tag*, also Schlüsselwörter des Objekts, gesammelt und abgespeichert. Diese Eigenschaft beschreibt u.a. die Handlung eines Films. Da jeder Proband seine eigenen Beschreibungen für Handlungsstränge eingeben wird, tritt bereits in der Vorbereitung die Thematik der UMP-Bildung auf. So müssen im Vorfeld für ausgewählte Schlagwörter, dazugehörige Synonyme gesammelt werden. Umso umfangreicher diese Sammlung wird, desto größer ist die Möglichkeit, dass der Experimentator, mit der Eingabe der Nutzeraussage in die Datenbank, eine Übereinstimmung erzielt. Da diese Vorbereitung auch nur in einem bestimmten Ausmaß durchgeführt werden kann, wird für jedes aufgeführte Wort die ungebeugte Singularform gewählt. Alle Objekte und ihre Daten werden als Text-Datei in einem Ordner abgelegt, auf denen das Programm **Copernic Desktop Search-Home** eine Volltextsuche durchführt.

9.2.4 Aufgabe und EPG

Am Anfang des Experimentes erhält der Proband eine mündliche Einführung und wird mit dem Aufbau in der Sprecherkabine vertraut gemacht. Ihm wird erklärt, wie das zu testende System arbeitet und welche Aufgaben er mit dem Recorder lösen soll.

Aufgabe

Der Proband wird gebeten, sich in die Situation zu versetzen, dass er sich zu Hause befindet und er den Wunsch hat den Recorder zu bedienen. Diese spielerische Experimentier-variante soll die Nutzereingaben realistischer und authentischer wirken lassen. Der Proband soll mit Hilfe des EPG bestimmte Aktionen auf bestimmten Objekten ausführen. Innerhalb der elektronischen Programm Zeitung findet der Proband elf verschiedene Objekte. Davon soll er drei Objekte aufnehmen, wiedergeben und kategorisieren und zwei Objekte löschen. Die gesuchten Filme oder Serie sind nur durch Teilinformationen abgebildet. Der Proband soll, auch wenn ihm das Objekt bekannt ist, nicht den Namen des Objektes nennen, damit eine stärkere Interaktion zwischen Recorder und Nutzer stattfindet. Das System soll mit Hilfe der Metaeingaben durch den Teilnehmer den gewünschten Film oder die Serie identifizieren. Die abgebildeten Informationen sollen primär Denkanstöße für den Teilnehmer sein, damit dieser das Objekt erkennt und daraufhin mit seinem Wissensstand arbeiten kann. Erkennt der Proband das gewünschte Objekt nicht, kann er mit den abgebildeten Informationen über das Objekt arbeiten und dem System diese Informationen zukommen lassen.

Electronic Program Guide (EPG)

Die Elektronische Programmzeitung ist mit Informationen über die Objekte gefüllt, welche der Proband mit Hilfe des Recorders identifizieren soll. Welche Aktionen er mit den Objekten ausführen soll, findet der Teilnehmer ebenfalls im EPG. Diese sind sowohl eindeutig durch ihre grafischen Hintergründe zu unterscheiden als auch durch kurze Beschreibungen. Um den Probanden durch verschiedene Mittel zu stimulieren, werden ihm die Objekte auf unterschiedliche Darstellungsweisen abgebildet. Neben bebilderten Filmausschnitten und Logos, soll der Proband auch mit Hilfe von kurzen Filmbeschreibungen arbeiten. Anhand der späteren Auswertung lässt sich eventuell auf erfolgreiche Darstellungsarten schließen oder auf problematische Elemente Rückschlüsse ziehen. Reichen dem Probanden die vorhandenen Informationen nicht aus, kann er, wenn es sich um eine Bilderreihe oder ein Logo handelt, über eine Verlinkung zu mehr Informationen gelangen. Diese Hinweise führen dann über eine indirekte Identifizierung ans Ziel. Damit soll simuliert werden, dass zum Beispiel der Name der Hauptdarstellerin nicht nötig ist, wenn man weiß, mit wem sie verheiratet ist. Die überwiegend bebilderten Objekte werden durch bewusst gewählte

Szenen dargestellt, damit der Proband die Möglichkeit bekommt auf Inhalte zu schließen, die das Objekt prägen. Durch die Unterscheidung nach Geschlechtern, gibt es im Anhang (Anlage 2) zwei EPG-Exemplare.

Die folgende Abbildung 36 zeigt eine bebilderte Objektbeschreibung aus dem EPG.

Abbildung 36:Electronic Program Guide, Beispiel mit Verlinkung

Die Elektronische Programmzeitung steht nur dem Probanden zur Verfügung. Sie befindet sich auf einem Tablet-PC und der Teilnehmer kann sie mit Hilfe eines Stiftes und Tasten zum Weiterblättern navigieren.

9.2.5 Systemausgaben

Damit der Proband den Eindruck hat mit einem System zu kommunizieren, muss sich der Experimentator ausreichend auf die Systemausgaben vorbereiten. Einerseits sollte der Proband nicht zu lange auf eine Antwort warten müssen und andererseits soll der Teilnehmer den Eindruck erhalten, dass der Recorder seine Eingaben versteht. Der Experimentator kann auf Grund der vorbereiteten Datenbank einige absehbare Systemausgaben vorbereiten. Auch wenn er diese Abwandeln muss, ist dieses Kopieren und Einfügen von Vorteil gegenüber einer grundlegenden manuellen Eingabe. Der Zeitfaktor, den der Experimentator dadurch sparen kann, gibt ihm zusätzlich Zeit, um auf den Objektdaten zu suchen.

Die Systemausgaben beschränken sich hauptsächlich auf das Ausführen von Nutzereingaben und das Rückfragen. Um die Suche des Probanden nach dem gewünschten Objekt zu unterstützen, wird der Experimentator in einigen Situationen direkt nach Hinweisen fragen. Somit können bestimmte Informationen erfragt werden und die eindeutige Identifizierung verbessert werden. Das System wird dem Teilnehmer ab einer bestimmten Objektmenge die bisherigen Treffer auflisten, damit der Nutzer bereits ein positives Feedback erhält und anhand der Ergebnisse auf neue Fragen oder Einschränkungen der Suche schließt.

Abhängig von den Nutzereingaben wird der Experimentator als Maschine unterschiedlich gefordert. Nach dem Experiment lässt sich analysieren, wie gut die Systemausgaben vorbereitet waren und dem Experimentator geholfen haben.

In der Anlage 3 befinden sich die vorbereiteten Systemausgaben für die zwei erstellten elektronischen Zeitungen.

9.3 Durchführung

Das Experiment fand an drei, nicht aufeinanderfolgenden, Tagen statt. Als Probanden standen insgesamt fünf Frauen und sieben Männer zur Verfügung. Die Teilnehmer waren zwischen 17 und 45 Jahre alt. Jeder Proband nahm separat am Experiment teil und benötigte zwischen 30 und 45 Minuten.

Nachdem der Experimentator den Probanden in die Kabine begleitet hatte, machte er ihn kurz mit dem Systemaufbau vertraut. Dem Probanden wurde erklärt, dass er über Spracheingaben mit dem Recorder kommuniziert und dass er auf dem Bildschirm die schriftlichen Ausgaben des Systems verfolgen kann. Die elektronische Zeitung und deren Steuerung auf dem Tablet-PC wurden dem Probanden gezeigt und demonstriert. Danach folgte eine ausführliche Erklärung der Aufgabenstellung.

Die ersten beiden Objekte wurden als Testlauf genutzt. Nach dem zweiten Objekt wurde das Experiment kurz unterbrochen und der Experimentator gab dem Probanden ein Feedback, ob die Aufgabe verstanden wurde. Für den Fall, dass der Proband bei der Bearbeitung eines Objektes Probleme haben sollte, wurde vor dem Experiment Folgendes vereinbart: wurde dem Teilnehmer eine Ergebnismenge aufgelistet und entschied er sich dabei nicht für das abgebildete Objekt, wurde die vorgesehene Aktion trotzdem durchgeführt. Diese Freiheiten gegenüber dem Probanden dienten der Motivationserhaltung und verhinderten eine zu lange Bearbeitungszeit eines Objektes. Trotzdem verlief die Experimentdurchführung bei jedem Probanden unterschiedlich. Trotz Vereinbarung kamen nicht alle Teilnehmer zu einem positiven Abschluss aller Aufgaben, aber keiner der Probanden brach das Experiment vorzeitig ab. Probanden, welche Probleme hatten die Aufgabe zu erfüllen, fuhren selbstständig mit dem nächsten Objekt fort.

Durch eintretende Sicherheit und Vertrauen zum System probierte die Mehrheit der Teilnehmer erweiterte Aktionen außerhalb der Aufgabenstellung. Dieses kreative Verhalten ergab authentische Nutzereingaben, bedeutete zugleich aber auch mehr manuelle Ausgaben des Experimentators. Dem Experimentator gelang es dennoch immer, mit einer Ausnahme, sich so zu verhalten, als wäre er die Maschine. Bei einem Teilnehmer kam es zu einem Tippfehler, was der Proband zwar registrierte, aber in dem Moment nicht hinterfragte. Wie eine Interaktion zwischen Recorder und Proband aussah wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

9.4 Nachbearbeitung

Alle Audioaufnahmen der Probanden werden gesichtet und analysiert. Anhand der Nutzereingaben kann ein Zustandsautomat erstellt werden, in dem nachvollziehbar ist, ob und welche Wege Probanden identisch gewählt und benutzt haben. Anhand einer Transkription können UMPs auf den jeweiligen Nutzereingaben gebildet werden.

9.4.1 Materialsichtung

Die Auswertung der Tonaufnahmen beschränkt sich in dieser Arbeit aus Zeitgründen auf ein Objekt, welches von allen Teilnehmern bearbeitet wurde. Die nachfolgende beschriebene Vorgehensweise soll zukünftige weiterführende Bearbeitungen vereinfachen.

Zur Sichtung wurde das Beispielobjekt 12 zur Aktion Kategorisieren gewählt. Dabei handelt es sich um den Film *Sinn und Sinnlichkeit* (siehe Anlage 2).

Zunächst werden die Audiodateien jedes Probanden mit dem Audio-Programm Audacity bearbeitet. Auf jeder der zwölf Tonspuren wird der Abschnitt zum gesuchten Objekt *Sinn und Sinnlichkeit* selektiert und separat als *flac*-Datei gespeichert (siehe Anlage 4).

Schriftliche Transkription

Die Aussagen der Probanden der *flac*-Dateien werden schriftlich festgehalten und danach mit den jeweils passenden Systemausgaben zusammengefügt. Somit entsteht ein vollständiger Dialogverlauf (siehe Anlage 5) der Experimentteilnehmer und des Systems. Während der Transkription fiel auf, dass vier von zwölf Probanden die ausgewählte Aufgabe falsch oder gar nicht erfüllten. Daher wurden zur weiteren Auswertung nur die acht (Proband 2, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12) Teilnehmeraufnahmen untersucht, welche hilfreiche Resultate vermuten lassen. Die übrigen Teilnehmer wurden zunächst vernachlässigt, weil in dieser Arbeit die erfolgreiche Bearbeitung des EPG-Objektes im Vordergrund stand. Die Betrachtung der ausgelassenen Nutzer sollte aber ein Bestandteil weiterführender Auswertungen sein.

Bei der Transkription fiel folgendes Fehlverhalten auf. Der Experimentator stellte dem Proband 12 nach der Identifikation des Objektes weitere Fragen zur Aktion, trotzdem dieser bereits zu Beginn dem Recorder gegenüber angegeben hatte, dass das Objekt auf den 1. Platz der Favoritenliste gesetzt werden soll. Da die Unkorrektheit auf den Experimentator

und nicht auf den Probanden zurückzuführen ist, wird dieses Teilnehmerergebnis ausgewertet und an der Stelle geschnitten, an der die Bearbeitung des Objektes im Experiment hätte beendet werden müssen. Die darauffolgenden Daten des Probanden sind dementsprechend bearbeitet und gekürzt.

Bilden von UMPs

Aus den Dialogverläufen der zwölf Probanden werden alle Nutzereingaben, die sich inhaltlich gleichen, zusammengetragen. Ist die Bedeutung dieser jeweiligen Textabschnitte identifiziert, kann auf dieser festgelegten Bezeichnung eine Äquivalenzklasse gebildet werden. Dabei ist die Unterscheidung zwischen Aktionsdefinition und Objektidentifizierung beizubehalten. Folgender Ausschnitt aus diesem Prozess, soll die Vorgehensweise der UMP-Bildung verdeutlichen.

Die vorliegende Analyse, bezieht sich auf die Aktion, die mit dem gesuchten Objekt ausgeführt werden soll.

- Ja, den möchte ich gerne in meiner Liste von Lieblingsfilmen an erster Stelle.
- Auf Platz 1
- Auf Platz 1 soll der Film den ich letztens gesehen habe,…
- Der soll auf Platz 1 meiner Lieblingsfilmliste
- Und auf Platz 1 soll ein Film
- Setzte Sinn und Sinnlichkeit auf Platz 1 der Top 5 Liste.
- … Sinn und Sinnlichkeit auf Platz 1 setzen bitte.
- Platz 1
- Ich möchte einen Film auf die Favoritenliste Platz 1 setzen.
- auf Platz 1 setzen in meiner Favoritenliste.

1.Platz: an erster Stelle, auf Platz 1

Vor der Auswertung wurde der Begriff ***1.Platz*** festgelegt und alle gleichbedeutenden Wörter aus den Eingaben gelabelt und zusammengetragen. Die restliche UMPs-Bildung ist im Anhang Anlage 6 nachzulesen.

Konnte das System durch die Nutzereingaben eine Aktion und ein Objekt identifizieren, ist der Eintrag in der Assoziationstabelle vollständig und die Assoziation kann umgesetzt werden.

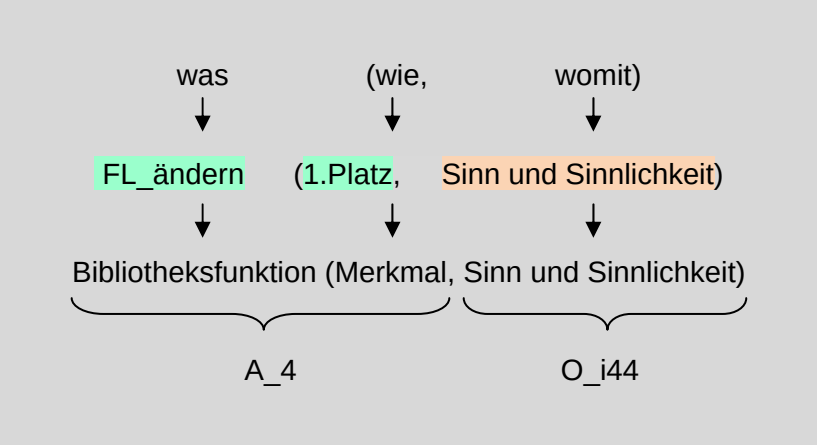


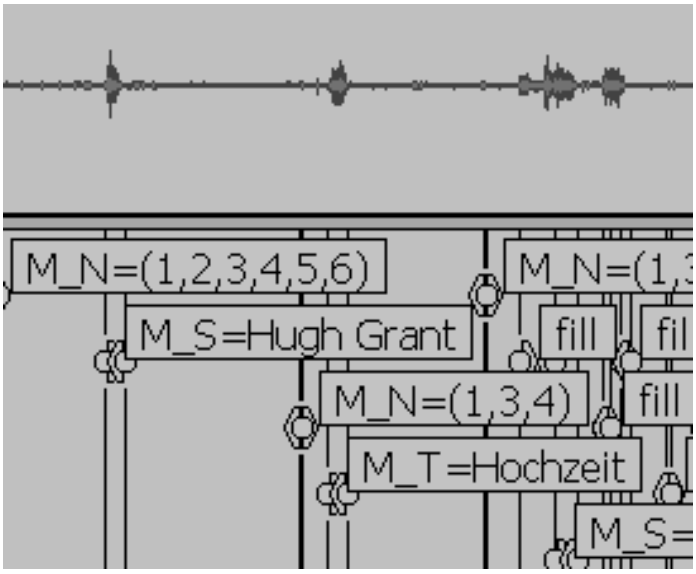
Abbildung 37: Zusammengehörigkeit der Struktur- und Funktionskomponenten

Die Bildung der UMPs für die Systemausgaben fällt in dieser Experimentauswertung weg, da es sich um manipulierte Ausgaben handelt. Der Schwerpunkt liegt auf den Nutzereingaben und deren Analyse.

Transkription in Audacity

In einem weiteren Bearbeitungsschritt wird zusätzlich zu jeder Tonspur eine Textspur eingefügt. Mit Hilfe der vorliegenden Transkription und UMP-Bildung können Nutzer- und Systemaussagen in der Textspur gleichungsähnlich festgehalten werden. Anhand der bisherigen Transkription und der UMPs werden Ein- und Ausgaben folgendermaßen ausgedrückt:

Das Sammeln aller Informationen aus der Interaktion beruht auf der Merkmal-Werte-Relation und jede Ein- und Ausgabe wird als Merkmal **Mx** mit x als Merkmals-Klasse dargestellt. Die häufig verwendeten Attributeigenschaften Name und Vorname eines Crewmitglieds wurden in der Auswertung besonders behandelt. Da nur Schauspielernamen genannt wurden, wird in der Transkription die Variable MC durch MS ersetzt. Außerdem wurde die ursprüngliche hierarchische Struktur aufgehoben und der Vorname und Nachname unter MS als eine Eingabe zusammengefasst.



M_S = Merkmal *Schauspieler*

M_T = Merkmal *Tag*

M_N = Merkmal *Objekttitel*(Name)

M_K = Merkmal *Kategorisieren*

Abbildung 38: Ausschnitt einer Ton- und Textspur eines Probanden in Audacity

Die dazugehörigen Werte können entweder einzelne Wörter oder Auflistungen sein. Sprachabschnitte ohne informationstragende Einheiten werden mit dem Wert *fill* gekennzeichnet. Es wurden noch nicht alle Szenarien dieser Gleichungsart angepasst. In den folgenden Sequenzen wurde zu jeder Ein- und Ausgabe eine verständliche Notationsart definiert und angewendet.

Alle Audacity-Dateien befinden sich auf der beigelegten CD und sind im Anhang in der Anlage 7 als Screenshot festgehalten.

Sequenzen

Um einen ersten Eindruck vom angestrebten Automaten zu bekommen, werden alle Interaktionsverläufe der zwölf untersuchten Probanden als lineare Sequenzen skizziert. Dabei helfen die Audacity-Dateien und die vollständigen Transkriptionen. Die folgende Sequenz stammt vom Probanden 9 und soll exemplarisch das Prinzip verdeutlichen.

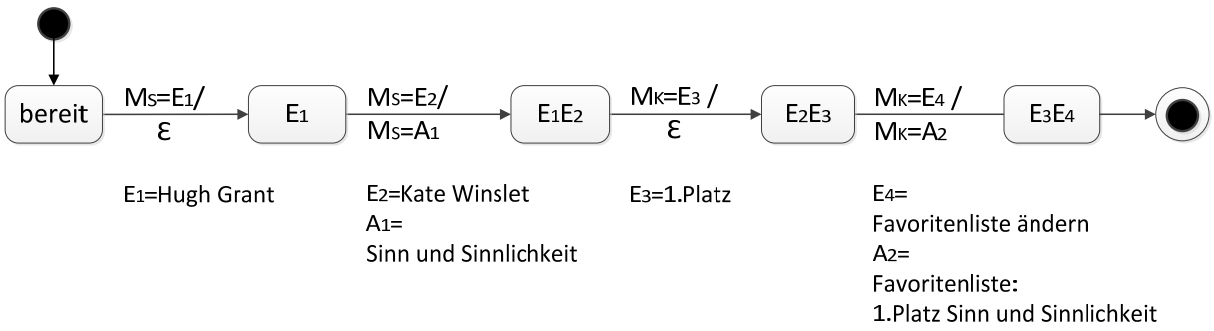


Abbildung 39: Sequenz von Proband 9

Hat ein Teilnehmer in einer Eingabe mehrere Informationen übermittelt, wurden diese als eigenstehende Eingaben betrachtet. Im Sequenzablauf sind solche Szenarien an der leeren Menge der Systemausgabe zu erkennen. Im abgebildeten Beispiel lautete die Eingabe:

„*Nenne mir Filme mit Hugh Grant und Kate Winslet.*“

Es kam erst nach der Verarbeitung der zweiten Information zu einer Systemausgabe. Die Zustandsbezeichnungen sind, wenn es keine Selbsttransition gab, anhand des vorhergehenden und dem aktuellen Zustand gewählt. Bestätigt ein Nutzer die Systemausgabe z. B. mit „ja“ ist diese neue Nutzereingabe gleich der Systemausgabe.

Im Fall von Proband 8 wurde die Nutzereingabe vom System nicht vollständig verstanden (siehe Abbildung 40). Diese Eingabe wird im Diagramm mit *fail* gekennzeichnet. Das System forderte den Nutzer auf, die Eingabe zu wiederholen. Somit kam es zur Selbsttransition. Erst mit einer neuen, verarbeitbaren Eingabe konnte ein Transitionsübergang stattfinden.

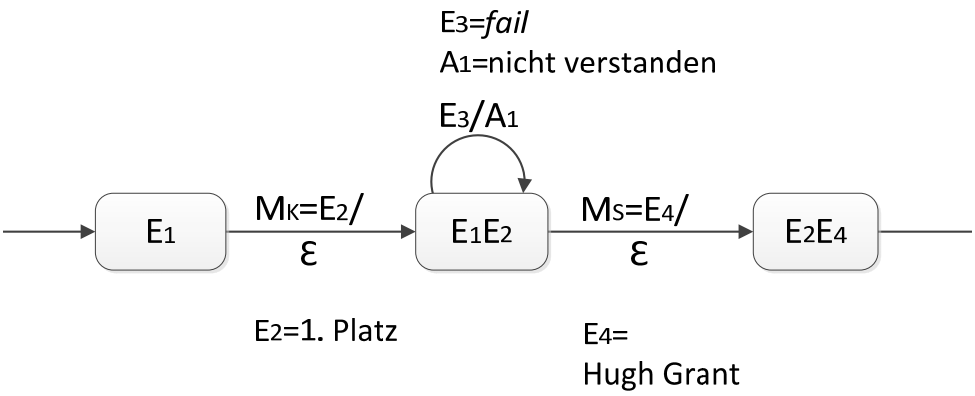


Abbildung 40: Sequenz Proband 8 Ausschnitt

Die Sequenzverläufe aller ausgewerteten Probanden sind der Anlage 8 zu entnehmen.

Tabelle

Mit der Erstellung der linearen Sequenzen sind die Gewichtungen ersichtlich geworden. Mit den gewonnen Erkenntnissen wird eine Tabelle erstellt, welche alle Teilnehmer mit ihren Eingaben und den dazugehörigen Systemausgaben zeigt. Die in den Sequenzmodellen aufgetretenen Übereinstimmungen von Ein- und Ausgaben werden jeweils farbig hervorgehoben (Anhang Anlage 9).

10.4.2 Erstellen einer Finite State Machine (Zustandsautomat)

Anhand der Tabelle (siehe Anlage 9) kann ein Automat für das Beispielobjekt erstellt werden. Dieses Modell ist nur ein Teil des Gesamtautomaten.

Die folgende Abbildung 41 soll das Ausmaß des entstandenen Automaten skizzieren, welcher aus den Experimentergebnissen hervorgegangen ist. Das Gesamtbild befindet sich in größerer Auflösung in Anlage 10.

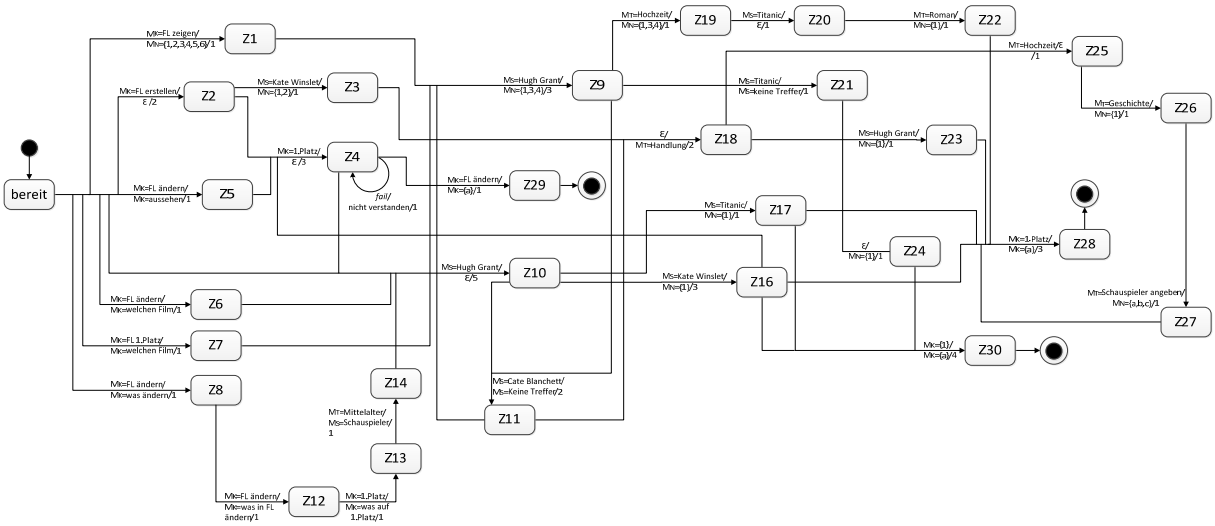


Abbildung 41: Vollständiger Zustandsautomat, skizziert als Zustandsdiagramm

Abbildung 42 zeigt einen Ausschnitt aus der Finite State Machine.

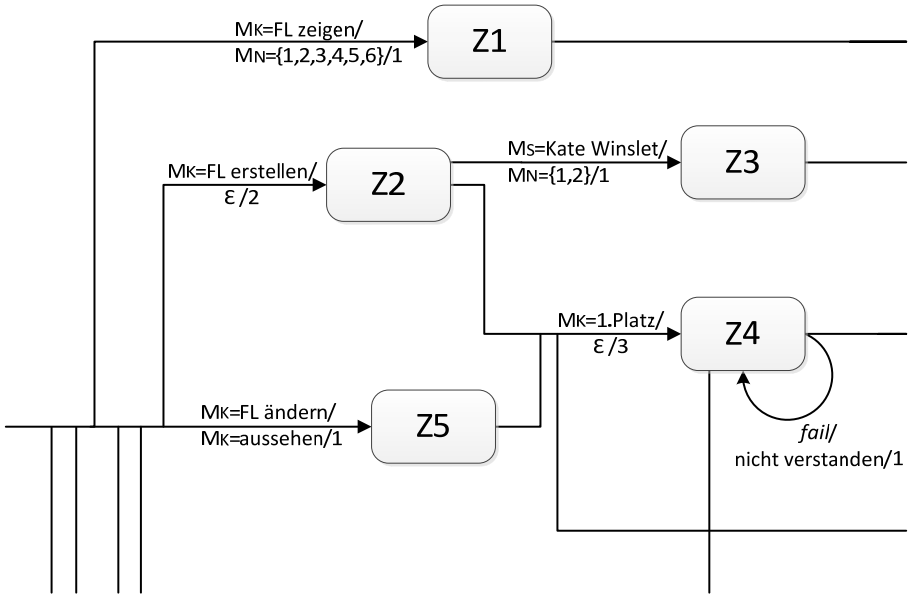


Abbildung 42: Ausschnitt Finite State Machine

Um im Automaten die unterschiedlichen Wege der Probanden besser verfolgen zu können, folgt eine zweite Form der tabellarischen Übersicht. Für jeden Probanden wird eine mathematische Darstellung als Verhaltensfunktion gewählt (Anhang Anlage 11). Folgende Tabellen zeigen exemplarisch die Verhaltensfunktionen der **Probanden 2** und **9**.

Proband 2

Alter Zustand	**Eingabe**	**Ausgabe**	**Neuer Zustand**
bereit	M_K=FL zeigen	M_N={1,2,3,4,5,6}	Z1
Z1	M_S=Hugh Grant	M_N={1,3,4}	Z9
Z9	M_T=Hochzeit	M_N={1,3,4}	Z19
Z19	M_S=Titanic	ε	Z20
Z20	M_T=Adaption	M_N={1}	Z22
Z22	M_K=1.Platz	M_K={a}	Z28

Tabelle 4: Verhaltensfunktion Proband 2

Proband 9

Alter Zustand	**Eingabe**	**Ausgabe**	**Neuer Zustand**
bereit	M_S=Hugh Grant	ε	Z10
Z10	M_S=Kate Winslet	M_N={1}	Z16
Z16	M_K=1.Platz	ε	Z4
Z4	M_K=FL ändern	M_K={a}	Z29

Tabelle 5: Verhaltensfunktion Proband 9

10 Experimentauswertung

Das gesamte Experiment, von seiner Vorbereitung bis hin zur Nachbearbeitung, sollte vorrangig aufzeigen, ob die gewählte Vorgehensweise zu den gewünschten Ergebnissen führt. Unter diesem Gesichtspunkt verlief alles zufriedenstellend. In diesem Kapitel werden einzelne Punkte genauer ausgewertet, gefolgt von Verbesserungsvorschlägen für weiterführende Experimente und den Reaktionen der Probanden.

10.1 Auswertung der Durchführung im Vergleich zur Vorbereitung

Die gesamte Versuchsdurchführung verlief größtenteils planmäßig. Während und nach dem Experiment zeigten sich notwendige Verbesserungen.

Aufgabenstellung und EPG

Bei einigen Probanden dauert die Einweisung länger als bei anderen, was auf die Menge neuer Informationen für den Probanden zurückzuführen ist. Sollten weitere Experimente den gleichen Umfang an Aufgaben und Informationen beinhalten, ist eine zusätzliche schriftliche Aufgabenstellung für den Probanden zu empfehlen. Somit stehen ihm auch während des Experiments wichtige Informationen zum Nachlesen zur Verfügung.

Auf Grund dieser umfangreichen Aufgabenstellung mussten während der Durchführung spontan zwei Objekte zur Probe für den Teilnehmer genutzt werden. Diese Objekte konnten somit in der Auswertung nicht berücksichtigt werden. Daher ist für zukünftige Experimente ratsam, dass fest eingeplante Probeobjekte vorbereitet werden, welche für die Experimentergebnisse irrelevant sein können.

Die Steuerung der EPG, als PDF, über das Tablett, bereitete der Mehrheit der Teilnehmer Probleme. Die Voraussetzungen, dass der Proband mit Stift und Tasten des Tabletts arbeitet und die „eigenwillige“ Verknüpfung der EPG-Seiten, führten u.a. dazu, dass der Teilnehmer gleich die Seiten mit den extra Informationen geöffnet hatte. Es ist anzunehmen, dass die Nutzereingaben bei der beabsichtigten Bedienung andere, wenn auch nicht zwangsläufig bessere, gewesen wären.

Trotz einer Länge von 30-45 Minuten und elf Objekten empfanden die Teilnehmer das Experiment nicht als eintönig oder zu lang. Allerding hätten sich alle Teilnehmer

vorzugsweise andere Filme oder Serien gewünscht. Trotz der Wahl von Objekten aus verschiedenen Sparten und dem Aspekt der Zielgruppen, hatten alle Probanden mit der Mehrheit der Objekte Probleme. Die Experimentteilnehmer konnten oft keine eigenen Ideen zu den vorliegenden Filmen einbringen und auch die Bild- und Logoauswahl mit zusätzlichen Informationen reichten einigen nicht aus, um passende Eingaben zu formulieren. Auf Grund von Unkenntnis brachen vereinzelte Probanden die Suche nach bestimmten Filmen und Serien sogar ab. Eine Möglichkeit, um der Unwissenheit über Objekte vorzubeugen, wäre das Anlegen von Benutzerprofilen vor dem Experiment. Anhand dieser könnten dann auf den Probanden abgestimmte Filme zur Bearbeitung ausgewählt werden. Allerdings ist bei dieser Methode zu hinterfragen, ob die Darstellung der realen Filmsuche widerzuspiegeln ist. Der Nutzer benötigt in der Realität nur Hilfe bei Objekten, die er nicht gut kennt. Ein Benutzerprofil würde dem Szenario widersprechen. Der Versuch den Inhalt der vorgegeben Informationen auszubauen könnte mit dem Hinzufügen von Plakaten realisiert werden. Film- oder Serienplakate beinhalten Hinweise auf die Rahmenhandlung und sind den Probanden bekannter als einzelne Objektsequenzen.

Eine andere Überlegung beschreibt das offensichtliche Fehlen von Informationen. Trotz bis zu drei oder vier Hinweisen pro Objekt hätten die meisten Probanden mehr und andere Informationen benötigt. Somit wäre eine ebenfalls praktikable Lösung das Zeigen von Film-, Serien- oder Sendungstrailern. Zum Einen können diese vorab entsprechend bearbeitet werden, damit der Objekttitel nicht zu sehen oder zu hören ist. Und zum Anderen enthalten sie neben Darstellernamen auch Informationen zum Inhalt. Die Assoziation zur bekannten Kinowerbung ist hierbei für den Probanden realitätsnah und unterhaltsam.

Systemausgaben

Der Experimentator profitierte von einer guten Vorbereitung und schaffte es, die Probanden im Glauben zu lassen, sie agieren mit einer Maschine. Da zwangsläufig nicht alle Ausgaben vorbereitet werden konnten, musste der Experimentator flexibel reagieren und improvisieren. Ihm sind gerade in diesen Situationen Tippfehler unterlaufen, welche allerdings nur in einem bekannten Fall bemerkt wurden. Im Laufe der Durchführungen wurde ersichtlich, welche Fragen oder Aussagen vom Probanden zu erwarten waren. Dieses Wissen kann bei zukünftigen Experimenten für einen Ausbau der vorbereiteten Systemausgaben dienen.

Ein Problem, welches allerdings bereits nach dem ersten Probanden behoben wurde, war die fehlende tonale Unterstützung beim Empfang einer Systemnachricht. Der erste Teilnehmer verpasste teilweise die Recorderausgaben, da das Einblenden des Pop-up Fensters kein Geräusch erzeugte und der Proband sich auf die EPG konzentrierte. Die

folgenden elf Teilnehmer wurden durch einen Signalton auf den Erhalt einer Nachricht aufmerksam gemacht.

Ein weiteres recorderspezifisches Problem ließ sich allerdings nicht mehr während der Durchführungstage beheben. Jedem Probanden fehlte eine Art Rückmeldung des Systems, dass es die Nutzereingabe verstanden hat und es die Eingabe verarbeitet. Durch dieses fehlende Tool kam es vor, dass Teilnehmer ihre Eingaben wiederholten, da sie sich unsicher waren über deren Empfang. Somit ist vor einem weiteren Experiment zu empfehlen, entweder eine automatisierte Ausgabe nach jeder Nutzereingabe zu programmieren oder ein visuelles Objekt auf den Nutzermonitor einzublenden, welches den Arbeitsprozess des Recorders darstellt. Beispielsweise könnte eine Art Ampelschaltung eine Lösung des Problems sein. Diese wird vom Experimentator durch Anklicken der drei Schaltflächen gesteuert. Rot stellt den Prozess der fehlerhaften Eingabe dar. Das System hat die Nutzereingabe registriert, aber nicht verstanden. Gelb bedeutet, dass der Recorder auf eine Nutzereingabe wartet oder nicht arbeitet. Und grün würde dem Teilnehmer visuell bestätigen, dass der Recorder die Eingabe verstanden hat und der Proband eine zeitnahe Rückmeldung erwarten kann.

Datenbank

Die vom Experimentator vorbereitete Datenbank, stellte eine wichtige Grundlage für die Durchführung des Experiments dar. Allerdings half die Verwendung des Programms **Copernic Desktop Search-Home** selten bei der Suche auf den Textdateien. Das Problem bestand in den Eingaben der Suchwörter durch den Experimentator. Trotz einer umfangreichen Synonymsammlung zu jedem abgelegten Objekt, stimmten die Nutzereingaben oder die vom Experimentator abgewandelten Begriffe, nicht mit denen in der Datenbank überein. Aber auf Grund der überschaubaren Anzahl an abgelegten Objekten, konnte auch ohne Suche auf der Datenbank dem Nutzer auf seine Eingaben geantwortet werden.

10.2 Reaktion der Probanden

Alle zwölf Probanden reagierten auf das Experiment positiv und die Mehrheit der Teilnehmer zeigte ein reges Interesse an der Funktionsweise des Recorders.

Während des gesamten Experiments redeten alle Probanden mit dem Recorder so, als würden sie keinen Menschen hinter der Maschine vermuten. Ein Bruchteil der Teilnehmer hatte nach dem Experiment die Vermutung gehabt, dass die Systemausgaben von einem

Menschen gesteuert wurden. Die Mehrheit der Probanden war erstaunt und positiv überrascht vom Verhalten der Maschine. Nach eigenen Angaben fiel es annähernd der Hälfte der Probanden zu Beginn schwer, mit einer Maschine zu kommunizieren. Die Audioaufnahmen zeigen teilweise deutliche Unterschiede zwischen den Teilnehmern. Einige kommunizierten sehr frei und vertraut mit der Maschine, wohingegen anderen Probanden in eine Art Maschinen-Sprache verfielen, indem sie gewohnheitsbedingt Kommandos benutzten.

Akzeptanz des Experiments

Die Mehrheit der Probanden hatte Spaß an der Durchführung des Experiments. Da die meisten Teilnehmer das Experiment als eine Art Spiel sahen, blieb ihre Motivation, trotz einiger Kritikpunkte, fortlaufend bestehen.

Akzeptanz des Recorders

Nach dem Experiment konnten sich viele Probanden vorstellen, auf diese Art der Hilfe bei ihrer Filmsuche unterstützt zu werden. Sie fanden die Idee der Funktionsweise des Recorders nützlich und flexibel. Vor allem der Verzicht auf bestimmte Befehle oder Kommandos zur Steuerung des Geräts bewertete die Mehrheit der Teilnehmer positiv.

Die vollständigen Befragungen der Probanden nach dem Experiment zur Thematik der Bedienung eines solchen Recorders befinden sich als Audio-Datei auf der beigelegten CD-Rom (Anlage 12).

10.3 Modellverifikation

Das Objekt- bzw. ER-Modell muss nach dem Experiment nicht verändert werden. Alle darin aufgeführten Entitäten und ihre Eigenschaften waren für die Nutzereingaben ausreichend. Die Teilnehmer gaben dem System keine Informationen, welche es nicht bereits vorab zusammengetragen hatte. Allerdings muss dabei beachtet werden, dass nur ein Objekt von insgesamt elf pro Proband ausgewertet wurde. Diese Aussage lässt sich also nicht auf das gesamte Experiment projizieren. Außerdem kann auch die große Unkenntnis der EPG-Objekte zu dieser Aussage beitragen. Die meisten Teilnehmer nutzen überwiegend den ihnen zur Verfügung gestellten Informationen und griffen selten bis gar nicht auf ihre eigenen Gedanken zurück. Mit diesem Experiment konnten nur die Entitätstypen Medienobjekt und Crewmitglied auf Vollständigkeit und Nutzen geprüft werden, da das Experiment darauf

ausgerichtet war. Die Entitätstypen Quellparameter und Extrainformationen waren dabei nicht relevant und könnten in einem weiteren Experiment getestet werden.

Auch das Aktionenmodell muss nach dieser Auswertung nicht verändert werden. Allen Probanden wurden die Aktionen in der EPG vorgegeben und kein Proband hatte das Bedürfnis eigenständig Funktionen am Recorder zu testen oder andere Aktionen mit den Objekten vorzunehmen. Zukünftige Durchführungen könnten testen, wie sich ein Proband bei einem Experiment ohne Vorgaben der Aktionen verhält. Lediglich die Objektsuche könnte vorgegeben werden, aber was der Teilnehmer mit dem Objekt machen möchte, sollte ihm überlassen werden.

10.4 Zustandsautomat

Der entstandene Zustandsautomat zeigt, dass der gewählte Weg der Vorbereitung, Durchführung und Nachbearbeitung zum gewünschten Ziel führt.

Der in der Arbeit erstellte Automat ist nur ein Teil des Gesamtautomaten. Trotz dieser geringen Auswertung zeigt sich in den Gewichtungen der Transitionen, dass bereits bei einer kleinen Ergebnismenge viele Wege zusammengefasst werden können. Wertet man alle Testergebnisse aus, erschließen sich wahrscheinlich neue Wege, aber es werden sich auch viele Pfade kreuzen. Durch diese gewonnenen Erkenntnisse aus der Trainingsphase kann das System seine Reaktionen auf die Nutzereingaben optimieren. Da nur Probanden mit erfolgreicher Bearbeitung des EPG-Objektes ausgewertet wurden, gibt es im entworfenen Automaten keinen Pseudozustand für Abbruch (auch Terminator genannt). Diese Automatenkomponenten sollten aber in einer fertigen Finite State Machine beachtet werden. Mit den vorliegenden Testergebnissen könnte allerdings noch kein vollständiger Zustandsautomat modelliert werden. Neben den getesteten Nutzerfunktionen Aufnahme, Wiedergabe, Löschen und Bibliotheksfunktion und den Entitätstypen Medienobjekt und Crewmitglied fehlen Ergebnisse zu den Entitätstypen Quellparameter und Extra-informationen. Weiter fehlen Testergebnisse von Szenarien, wie beispielsweise einen Aufnahmewunsch des Nutzers während des laufenden Fernsehprogramms. Ergebnisse der Testfälle Rückschritt, Abbruch oder negierte Eingabe während einer Interaktion können noch in der restlichen Auswertung vorliegen. Diese Situationen waren nicht vorgegeben, sind aber durchaus vom Probanden auch ohne Vorgaben realisierbar.

Führt man das Experiment nochmals durch und testet die fehlenden Komponenten, kann ein vollständiger Zustandsautomat erstellt werden. Allerdings sind notwendige Verbesserungen der Experimentvorbereitung und Durchführung für den Erhalt besserer Ergebnisse umzusetzen. Daher ist anzuraten, mit den Anregungen aus dem Kapitel 10.1 ein weiteres *Wizard-of-Oz* Experiment in neuem Rahmen zu gestalten.

11 Fazit und Ausblick

In der vorliegenden Masterarbeit werden die Vorteile einer semantischen Modellierung für Anwendungen der Mensch-Maschine-Interaktion ersichtlich. Alle gewonnen Erkenntnisse der Systemmodellierung auf der semantischen Ebene können ebenso auf Modellentwürfe anderer Kommunikationsarten angewendet werden.

Für die gewählte Home-Entertainment-Anwendung wurde ein initiales Weltmodell entworfen, welches letztendlich mit der Nutzerwelt, dem Experiment, verglichen wurde. Die Testauswertung zeigt, dass sich die Benutzerwelt auf die Automatenwelt abbilden lässt. Allerdings ist zu beachten, dass in dieser Arbeit nur ein Objekt exemplarisch für die gesamte Durchführung untersucht werden konnte.

Auf Grund der Experimentresultate kann die angewendete *Wizard-of-Oz* Methode ebenfalls für andere Systemmodellierung auf der semantischen Ebene angewandt werden. Die variable Anpassung der Durchführung auf einen spezifischen Anwendungsfall unterstützt Systeme unterschiedlicher Kommunikationsmedien.

Nach den bisherigen Testergebnissen gibt es zwei Möglichkeiten das Projekt fortzuführen. Entweder verbessert man das Experiment und sammelt vorwiegend weitere Erfahrungen auf der semantischen Ebene. Oder es folgt mit Hilfe der gewonnen Erkenntnisse die Implementierung eines Systems, welches in der Praxis trainiert und getestet werden kann. Für weiterführende Experimente sollte neben einer verbesserten Testumgebung außerdem der Entwurf von zwei Testreihen in Betracht gezogen werden. Somit kann eine Trennung von der Sammlung von Nutzereingaben und der Sammlung von Merkmalen erfolgen. Als erstes könnte ein Experiment zu den Merkmalen der Objekte und Aktionen aufzeigen, mit welchen Merkmalen der Nutzer arbeiten möchte. Daraufhin kann mit den gewonnenen Erkenntnissen eine angepasste Testumgebung geschaffen werden und die Sammlung von Nutzereingaben erfolgen.

Der aktuelle Stand der Technik zeigt, dass interaktive Geräte überwiegend auf direkte Anweisungen reagieren. Kann ein Systembenutzer seine Zielvorstellung nicht genau beschreiben, ist es also möglich, dass das System die Anfrage falsch interpretiert und der Nutzer sein Vorhaben nicht erfolgreich umsetzen kann. Der in dieser Arbeit entworfene Recorder unterstützt den Nutzer durch eine Art Hilfsnetzwerk. Zum Beispiel stellt er dem Benutzer Fragen zum gesuchten Objekt und hilft ihm somit seinen Wunsch zu erfüllen. Die meisten interaktiven Geräte reagieren außerdem hauptsächlich auf Kommandoworte. Dieser

Einschränkung der Nutzereingaben versucht das vorliegende Projekt mit der Bildung von *Utterance Meaning Pairs* entgegenzutreten. Das System lernt durch die UMPs auf unscharfe Nutzerinformationen robust zu reagieren. Die Bedeutungsfindung realisiert das Abbilden der Nutzereingaben auf die Merkmal-Werte-Relation und die daraus resultierende Aktions- und Objektidentifizierung. Mit Hilfe der Arbeitsweise eines kognitiven Systems und deren beinhaltende ausschlaggebende Trainingsphase lernen technische Geräte besser zu verstehen. Sprachverstehende Systeme interpretieren die erkannte Sprache syntaktisch, semantisch und pragmatisch. Allerdings verlangt diese Fähigkeit der Interpretation einen großen Wortschatz, der wiederum einen großen Suchaufwand nach einzelnen Worten bedeutet. Dieser lässt sich jedoch z.B. durch Indexe minimieren.

Die Mehrheit der Probanden bewegte sich mit ihren ersten Eingaben zuerst auf dem Funktionsmodell. Allerdings kann dies möglicherweise dadurch begründet werden, dass sie im EPG zuerst die Aufgabenstellung gelesen haben und sich danach mit den abgebildeten Informationen beschäftigt haben. Um herauszufinden, ob von den Nutzern das Struktur- oder Funktionsmodell zuerst abgearbeitet wird, sollte erneut ein abgewandeltes Experiment durchgeführt werden. Die Vorgaben müssten weiter verringert werden, damit der Proband intuitiver darüber entscheidet, welche Informationen er dem System als erstes zukommen lässt. Auch wenn im Experiment der Experimentator die Maschine ersetzt hat, lässt sich sagen, dass das System vorrangig auf dem Funktionsmodell arbeiten wird. Bekommt das Gerät zuerst Informationen über die gewünschten Aktionen, lässt sich der Ort der Suche bereits eingrenzen. Soll das System zum Beispiel eine Bibliotheksfunktion durchführen, müsste es nur auf der internen Datenbank nach dem jeweiligen Objekt suchen.

Diese Masterarbeit hat gezeigt, dass die gewählten Ansätze grundlegend zum gewünschten Ziel führen. Das System wird robust gegen intuitive Nutzereingaben, was gleichzeitig eine größere Benutzerfreundlichkeit bedeuten kann. Die in diesem Abschnitt aufgezeigten Verbesserungen sollten zu aussagekräftigeren Ergebnissen für die Realisierung eines spracherkennenden interaktiven Systems führen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Struktur- und Funktionskomponenten und deren Zusammengehörigkeit 13

Abbildung 2: Kommandozeile [Com11] 15

Abbildung 3: Multimodales Dialogsystem [TUM12] 16

Abbildung 4: Technisch kognitives System, Dialogsystem [Hay12] 18

Abbildung 5: Nutzereingabe an das System 20

Abbildung 6: Systemausgabe an den Nutzer 20

Abbildung 7: Samsung Smart TV Steuerung [Sam12] 21

Abbildung 8: Gesamtsystem unterteilt in Benutzer- und Systemebene 24

Abbildung 9: Struktur- und Funktionskomponenten und ihre Zusammengehörigkeit.....26

Abbildung 10: Aktionenmodell zur Identifikation der Aktionen_ID 27

Abbildung 11: Datenbankmodell nach Chen der Medienobjekte 31

Abbildung 12: Ausschnitt aus dem Objektmodell; Identifikation der in der internen Datenbank befindlichen Objekte 36

Abbildung 13: Beispielanwendung auf Objektmodell 37

Abbildung 14:ER-Modell nach Chen mit Generalisierung und neuem Entitätstyp Crewmitglied 40

Abbildung 15: ER-Modell nach Chen mit Kardinalitäten nach Chen 41

Abbildung 16: ER-Schema nach Chen mit min-max Notation.....43

Abbildung 17: ERM Ausschnitt der 1:1 Beziehung.....48

Abbildung 18: Initiale und optimierte Tabellenmuster der 1:1 Beziehung 49

Abbildung 19: ERM Ausschnitt der 1:n Beziehung 49

Abbildung 20:Initiale und optimierte Tabellenmuster der 1:n Beziehung 50

Abbildung 21: ERM Ausschnitt der n:1 Beziehung 51

Abbildung 22: Initiale und optimierte Tabellenmuster der n:1 Beziehung 52

Abbildung 23: Relationale Tabellen Beispiel 56

Abbildung 24: Kybernetischer Zyklus nach dem POMDP 59

Abbildung 25: Zustandsautomat (Finite State Machine) 60

Abbildung 26: Theoretische Verknüpfung der Objektdaten veranschaulicht über das Objektmodell 63

Abbildung 27: Theoretische Verknüpfung der Aktionsdaten, veranschaulicht über das Aktionenmodell 64

Abbildung 28: Beispiel Informationsstatus Objektmodell 66

Abbildung 29: Beispiel Informationsstatus Aktionenmodell 68

Abbildung 30: Gesamtsystem mit integriertem Struktur- und Funktionsmodell (1) 69

Abbildung 31: *Utterance Meaning Pairs*-Bildung durch Labeln 72

Abbildung 32: Gesamtsystem (Experiment) 76

Abbildung 33: Proband in Sprecherkabine 78

Abbildung 34: Experimentator (Wizard) außerhalb der Sprecherkabine 78

Abbildung 35: Winsent Messenger Pop-up Fenster, Nachricht vom Recorder an den Probanden 79

Abbildung 36:Electronic Program Guide, Beispiel mit Verlinkung 82

Abbildung 37: Zusammengehörigkeit der Struktur- und Funktionskomponenten 87

Abbildung 38: Ausschnitt einer Ton- und Textspur eines Probanden in Audacity 88

Abbildung 39: Sequenz von Proband 9 88

Abbildung 40: Sequenz Proband 8 Ausschnitt 89

Abbildung 41: Vollständiger Zustandsautomat, skizziert als Zustandsdiagramm 90

Abbildung 42: Ausschnitt Finite State Machine 90

Abbildung 43: Audacity Proband 2 116

Abbildung 44: Audacity Proband 4 117

Abbildung 45: Audacity Proband 6 118

Abbildung 46: Audacity Proband 8 119

Abbildung 47: Audacity Proband 9 120

Abbildung 48: Audacity Proband 10 121

Abbildung 49: Audacity Proband11 122

Abbildung 50: Audacity Proband 12 123

Abbildung 51: Sequenz Proband 2 124

Abbildung 52: Sequenz Proband 4 125

Abbildung 53: Sequenz Proband 6 125

Abbildung 54: Sequenz Proband 8 126

Abbildung 55: Sequenz Proband 9 126

Abbildung 56: Sequenz Proband 10 127

Abbildung 57: Sequenz Proband 11 128

Abbildung 58: Sequenz Proband 12 129

Abbildung 59: Zustandsautomat 132

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiel des Grundaufbaus einer relationalen Tabelle 44

Tabelle 2: Assoziationstabelle 70

Tabelle 3: Tabellenmodell für Berechtigung 71

Tabelle 4: Verhaltensfunktion Proband 2 91

Tabelle 5: Verhaltensfunktion Proband 9 91

Tabelle 6: Ermittlung der Gewichte 131

Tabelle 7: Verhaltensfunktionen aller acht ausgewerteten Probanden 135

Formelverzeichnis

Formel 1: Strategie bildet neuen Zustand auf optimale Aktion ab 58

Formel 2: Funktionsgleichung des neu entstandenen Zustands st 59

Formel 3: Funktionsgleichungen eines neuen Informationsstatus und der Systemausgabe . 62

Quellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

[Bal99] Balzert, Heide: Lehrbuch *der Objektmodellierung – Analyse und Entwurf*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg; Berlin 1999

[Bri95] Brindöpke, Christel; Johanntokrax, Michaela; Pahde, Arno: *Darf ich dich Marvin nennen? – Instruktionsdialoge in einem Wizard-of-Oz-Szenario*. Universität Bielefeld, Bielefeld 1995

[Che76] Chen, Peter: *The Entity Relationship Modell – Toward a unified view of data*. 1976

[Eir10] Eirund, Helmut; Kohl, Ullrich: *Beziehungstypen nach Datenbanken* - leicht gemacht. Vieweg+Teubner Verlag, 3. Auflage, Wiesbaden 2010

[Elm09] Elmasri, A. Ramez; Navathe B. Shamkant: *Grundlagen von Datenbanksystemen*. Pearson Studium Verlag, München 2009

[Ert09] Ertel, Wolfgang: *Grundkurs künstliche Intelligenz: Eine praxisorientierte Einführung*. Vieweg+Teubner Verlag, 2. Auflage, 2009

[Gei06] Geisler, Frank: *Datenbanken – Grundlagen und Design*. Mitp-Verlag, 2. Auflage, Heidelberg 2006

[Hol91] Holmes, John N.: *Sprachsynthese und Spracherkennung*. Oldenbourg Verlag, 1991

[Hay12] Haykin, Simon: *Cognitive Dynamic Systems – Perception-action Cyvle, Radar and Radio*. Cambridge University Press, 2012

[Kem97] Kemper, A.; Eichler A.: *Datenbanksysteme - Eine Einführung*. R. Oldenburg Verlag, 3. Auflage, München 1999

[Jar03] Jarosch, Helmut: *Grundkurs Datenbankentwurf – Eine beispielorientierte Einführung für Studenten und Praktiker***.** Friedrich Vieweg & Sohn Verlag, 2. Auflage, Wiesbaden 2003

[Kle11] Kleuker, Stephan: *Grundkurs Datenbankentwicklung*. Verlag Vieweg+Teubner, 2. Auflage, Wiesbaden 2011

[Mei01] Meier, Andreas: *Relationale Datenbanken*. Springer Verlag, 4. Auflage, Berlin Heidelberg 2001

[Per01] Pernul, Günther; Unland, Rainer: *Datenbanken im Unternehmen – Analyse, Modellbildung und Einsatz*. Oldenburg Wissenschaftsverlag, München, 2001

[Ste06] Steiner, René: *Grundkurs Relationale Datenbanken*. Vieweg Verlag, 6. Auflage, Wiesbaden 2006

[Sau98] Sauer, Hermann: *Relationale Datenbanken – Theorie und Praxis*. Addison Wesley Longman Verlag, 4. Auflage, Bonn 1998

[Sta96] Stary, Christian: *Interaktive Systeme – Software-Entwicklung und Software-Ergonomie*. Vieweg Verlagsgesellschaft, 2. Auflage, 1996

[Sus99] Susen, Axel: *Spracherkennung – Kosten, Nutzen, Einsatzmöglichkeiten*. VDE-Verlag, Berlin 1999

Internetquellen

[Bie98] Bieber, Ronald: *Wizard of Oz Studies – Why and How*.
URL: http://w5.cs.uni-saarland.de/teaching/ws98/ausarbeitung/rbieber/WizardOfOz/WizardOfOz.html , 1998
Datum der Recherche 28.10.2012

[Cod70] Codd, Edgar F.: *A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks*. Kalifornien1970
URL: http://www.seas.upenn.edu/~zives/03f/cis550/codd.pdf ,
Datum der Recherche 28.10.2012

[Com11] Computerbild: *Nmap*. URL: http://i.computer-bild.de/imgs/4/4/5/3/8/9/8/Screenshot-2-Nmap-677x342-8f50b1e142b5aa39.jpg ,
Datum der Recherche 28.10.2012

[Com12] Computerbild News: *Samsung Smart TV.*
URL: http://www.computerbild.de/artikel/avf-Aktuell-TV-Samsung-Smart-TV-UE55ES8090-mit-Gestensteuerung-7354829.html , o. J.
Datum der Recherche 28.10.2012

[Com13] Computerbild News; Dewitz, Danny: *Apple und der Fernseher.*
URL: http://www.computerbild.de/artikel/avf-Aktuell-TV-Apple-TV-iTV-7709148.html , o. J.
Datum der Recherche 28.10.2012

[Gau05] Gaulke, Werner: *Interaktive Systeme Zusammenfassung*.
URL: http://wiki.fachschaftsrat.info/images/e/ef/Interaktive_Systeme_Zusammenfassung_v2.pdf , 2005
Datum der Recherche 28.10.2012

[Hem08] Hempel, Tino: *Informatikmaterialien von Tino Hempel*.
URL: http://www.tinohempel.de , 2008
Datum der Recherche 22.10.2012

[Hub08] Huber, Markus; Kölbl Christian; et al.: *Ein Petrinetz-Modell zur Informationsübertragung per Dialog*. Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt; Universität Augsburg,
URL: http://www.informatik.uni-augsburg.de/lehrstuehle/inf/mitarbeiter/huber/publications/PN_Modell_Dialog/Ein_Petrinetz_-_Modell_zur_Informations__ubertragung_per_Dialog.pdf, 2008
Datum der Recherche 28.10.2012

[Kae95] Kaelbling, L. P.; et al.: *Planning and Acting in Partially Observable Stochastic Domains*.
URL: http://www.ai.mit.edu/courses/6.825/pdf/pomdp.pdf , 1995
Datum der Recherche 28.10.2012

[Sam12] o. V.: *Samsung Smart TV.*
URL: http://www.samsung.de//webcontent/featureimages/fernseher/es7000_img_es7000_01.jpg , o. J.
Datum der Recherche 28.10.2012

[TUM12] o. V.: *Mensch-Maschine-Kommunikation*. TU München
URL: http://www.mmk.ei.tum.de/~gas/HMI.png , o. J.
Datum der Recherche 28.10.2012

[Wir11] Wirsching, Günther; Kölbl, Christian: *Language Modeling with Utterance-Meaning-Pairs*. Technical Report, Institute of Computer Science, University of Augsburg, April 2011
URL: http://www.informatik.uni-augsburg.de/lehrstuehle/inf/publikationen/reports/TR2011-12/TR-2011-12.pdf
Datum der Recherche 28.10.2012

[You10] Young, Steve: *Cognitive User Interfaces.* IEEE Signal Processing Magazin.
URL: http://mi.eng.cam.ac.uk/~sjy/papers/youn10.pdf , 2010
Datum der Recherche 28.10.2012

Anhang

Anlage 1 Beispiel Datenbankobjekt

American´s Sweethearts

Darsteller:
Julia Roberts, Billy Crystal, Catherine Zeta-Jones, John Cusack, Hank Azaria, Stanley Tucci, Christopher Walken, Alan Arkin, Seth Green, Scot Zeller, Larry King, Steve Pink, Rainn Wilson, Eric Balfour, Marty Belafsky, Keri Lynn Pratt, Maria Canals-Barrera, Charley Steiner, Shaun Robinson, Jeff Michael, Sibila Vargas, Jane Yamamoto, Byron Allen, Wendy Schenker, Jim Ferguson, Lisa Joyner, Patrick Stoner, Sam Rubin, Susan Katz, Maree Cheatham, Alexander Enberg, Sarah Loew, Joseph Feingold, Sherry Jennings, Julie Sorrels, Austin L. Sorrels, Dimitri Moraitis, Shawn Driscoll, Misti See, Gail Laskowski, Raquel Baldwin, Amber Barretto, Heather Charles, Candice Cook, Ann Cusack, Michelle Gold, Cary Zeen Jones, Marco López, Tom Schaus, Michael A. Tessiero

Regie:
Joe Roth

Jahr:

2001

Land:

USA

Länge
99

Genre:
Komödie, Liebesfilm, Romantik
Film

Tag:

Presse	Blätterwald, Pressewesen, Zeitung, Medien, Journalismus, Paparazzi, Blatt, Reporter
Filmstar	Akteur, Bühnenkünstler, Filmkünstler, Mime, Leinwandgröße, Mitwirkender, Star, Darsteller, Held, Idol, Ikone, Vorbild, Stern, Diva, Künstler
Hollywood	
Produzent	Autor, Herausgeber, Hersteller

Trennung	Abreise, Abschied, Abschneiden, Abtrennen, Scheiden, Weggang, Distanz, Ferne
Star	Berühmtheit, Promi, Erfolg, Reich, Schön, Geld, beliebt
Liebhaber	Verehrer, Bewunderer, Flamme, Lover
Regisseur	Spielleiter, Inszenator, Leiter
Premiere	Uraufführung, Aufführung, Auftritt, Darbietung, Darstellung, Erstaufführung, Inszenierung, Nummer, Schauspiel, Debüt
Schwester	Familie, Verwandtschaft
Ehe	Ehebündnis, Verbindung, ewiger Bund, Bund, Bund fürs Leben, Eheband, Ehestand, Lebensgemeinschaft, Partie, Zweisamkeit,
Liebe	Hingezogenheit, Zärtlichkeit, Anhänglichkeit, Gefühl, Herzenswärme, Herzlichkeit, Hingabe, Hingebung, Leidenschaft, Verbundenheit, Verliebtheit, Gefälligkeit, Hinneigung, Innigkeit, Beziehung, Partnerschaft, Verbundenheit, Verlangen, Zuneigung, Paar
Nervenklinik	Klapse, Klapsmühle, Psychiatrie, Nervenheilanstalt, Irrenhaus, Anstalt
Schauspieler	Berühmtheit, Promi, Erfolg, Reich, Schön, Geld, beliebt
Beziehung	Liebe, Partnerschaft, Verbundenheit, Verlangen, Zuneigung, Duo, Miteinander, Paar, Verhältnis, Ex

Alle restlichen Objekte der Datenbank befinden sich auf der beigelegten CD.

Anlage 2 Electronic Programm Guide

Die elektronischen Programmzeitungen für Mann und Frau befinden sich in einem PDF-Format zusammengefasst auf der beigelegten CD-Rom. Die Objekte sind jeweils mit M (für Mann) und F (für Frau) in der oberen rechten Ecke gekennzeichnet.

Anlage 3 Systemausgaben

Für jedes Beispielobjekt der EPG, aufgeteilt in EPG-Mann und EPG-Frau auf Grund der unterschiedlichen Objekte, wurden folgende Standardausgaben vorbereitet:

Standardausgaben

Bitte warten.

Ich habe Sie nicht verstanden. Bitte wiederholen Sie ihre Eingabe. Bitte warten.

Diese Aktion ist nicht erlaubt.

Die Ergebnismenge ist zu groß. Es kann keine Liste angezeigt werden.

Das sind noch nicht genug Informationen.
Können Sie etwas zur **Handlung** sagen?

Das sind noch nicht genug Informationen.
Wissen Sie zu welchem **Genre** das Objekt gezählt wird?

Das sind noch nicht genug Informationen.
Kennen Sie **Schauspieler** von diesem Objekt?

Das sind noch nicht genug Informationen.
Wissen Sie in welchem **Land** das Objekt gedreht wurde?

Das sind noch nicht genug Informationen.
Wissen Sie wer das Objekt **gedreht hat**?

Zusätzlich wurden für jedes EPG-Objekt weitere Ausgaben vorbereitet. Die restlichen Systemausgaben befinden sich auf der beigelegten CD.

Aufnahme

American´s Sweethearts

Meinen Sie den Film American´s Sweethearts?
American´s Sweethearts kommt am 17.10.2012 um 20:15 auf Kabel 1.
Möchten Sie American´s Sweethearts aufnehmen?
American´s Sweethearts wird aufgenommen.

Treffer bei:	
American´s Sweethearts	Julia Roberts, Billy Crystal,
High Fidelity	Catherine Zeta-Jones, John Cusack,
Oceans Twelve	Michael Douglas
Notting Hill	

Anlage 4 Audiodateien

CD-Rom beigelegt

Anlage 5 Vollständige Transkriptionen

Die nachfolgende Transkription zeigt den Kommunikationsverlauf zwischen einem Probanden und dem Recorder. Der Proband hat die ihm gestellte Aufgabe erfolgreich erfüllt und das gesuchte Objekt auf den ersten Platz der Favoritenliste gesetzt. Die ***fett kursiven*** Eingaben stammen vom Probanden und die normal verfassten Sätze vom Recorder.

Proband 4

Ich möchte eine Favoritenliste erstellen.

Was soll in diese Liste?

Ein Film in dem Kate Winslet mitgespielt hat.

Treffer bei:
Sinn und Sinnlichkeit
Wenn Träume fliegen lernen
Das sind noch nicht genug Informationen.

Können Sie etwas zur Handlung sagen?

Ähm, Hugh Grant spielt auch mit, jedenfalls sieht er so aus. Ist er das? Ich weiß es gar nicht. Jemand der aussieht wie der oder er ist es.

Favoriten:

Sinn und Sinnlichkeit

Ja.

Auf Platz 1.

Favoriten:

1. Platz: Sinn und Sinnlichkeit

…

Danke.

Die restlichen Transkriptionen befinden sich auf der beigelegten CD-Rom.

Anlage 6 UMP-Bildung

Für diese Anlage wurde die vorab erstellte Transkription verwendet. Allerdings wurde diese wortgetreue Transkription gekürzt, indem umgangssprachliche, irrelevante Begriffe entfernt wurden.

UMP-Bildung

Alle Probanden hatten die Aufgabe eine Bibliothekfunktion auf einem Objekt anzuwenden. Die Aufgabenstellung wurde von den Teilnehmern unterschiedlich ausgelegt, was zur Folge hat, dass zwar mehr UMPs gebildet werden können, diese aber auf Grund von weniger Aussagen zu Stande kamen.

Das Ziel, der Ablage des Objektes auf den 1.Platz der Favoritenliste erfüllten die acht betrachteten Probanden. Durch die unterschiedliche Auffassung der Aufgabe wählten die Teilnehmer aber unterschiedliche Ausgangspunkte.

Alle Begriffe der Äquivalenzklassen sind auf Singular und Präsens runter gebrochen, mit Ausnahme von notwendigen Pluralen Bezeichnungen. Die Reihenfolge des Labeln ist irrelevant, da jeder Proband eine andere Abhandlung gewählt hat und es nur wichtig ist, dass ein Objekt und eine Aktion vom System identifiziert werden kann. Zuerst wird die **Aktion** der Assoziation identifiziert:

Das System verwaltet auf seiner internen Datenbank eine ***Top 5 Favoritenliste***. (Im weiteren Verlauf wird **Top 5 Favoritenliste** kurz als **Favoritenliste** bezeichnet.)Für diese Liste gab es im Experiment unterschiedliche Bezeichnungen durch die Nutzer.

- Zeige mir meine Lieblingsfilme
- Ja, den möchte ich gerne in meiner Liste von Lieblingsfilmen an erster Stelle.
- Ich möchte eine Favoritenliste erstellen.
- Ich möchte meine fünf Lieblingsfilme aktualisieren.
- Der soll auf Platz 1 meiner Lieblingsfilmliste.
- Ok, also ich möchte, ne Favoritenliste erstellen mit meinen fünf Lieblingsfilmen.
- Setzte Sinn und Sinnlichkeit auf Platz 1 der Top 5 Liste.
- Hey, Top 5 Favoritenliste
- Favoritenliste ändern.
- Ich möchte einen Film auf die Favoritenliste Platz 1 setzen.
- …auf Platz 1 setzen in meiner Favoritenliste.

Favoritenliste: Lieblingsfilme, Liste von Lieblingsfilmen, Favoritenliste, fünf Lieblingsfilme, Lieblingsfilmliste, Top 5 Liste, Top 5 Favoritenliste

Was die Nutzer genau mit der Favoritenliste tun wollten zeigt sich in den unterschiedlichen Aussagen der Probanden:

- Zeige mir meine Lieblingsfilme.

zeigen: zeigen

- Ich möchte eine Favoritenliste erstellen.
- Ok, also ich möchte, ne Favoritenliste erstellen mit meinen 5 Lieblingsfilmen.

erstellen: erstellen

- Ich möchte meine fünf Lieblingsfilme aktualisieren.
- Hey, Top 5 Favoritenliste. Hab nen neuen Film.
- Favoritenliste ändern.

ändern: aktualisieren, habe einen neuen Film, ändern

Auf Grund der unterschiedlichen Interpretationen der Aufgabenstellung, führten die Probanden teilweise unterschiedliche Aktionen auf der Favoritenliste aus. Es wurden immer mindestens zwei Aktionen auf der Favoritenliste ausgeführt, wobei nur die zweite Ausführung die endgültige und wichtige war.

Diese zweite Aktion bezog sich auf das Platzieren des gewünschten Objekts auf den **1. Platz** in der Favoritenliste.

- Ja, den möchte ich gerne in meiner Liste von Lieblingsfilmen an erster Stelle.
- Auf Platz 1
- Auf Platz 1 soll der Film den ich letztens gesehen habe,…
- Der soll auf Platz 1 meiner Lieblingsfilmliste
- Und auf Platz 1 soll ein Film
- Setzte Sinn und Sinnlichkeit auf Platz 1 der Top 5 Liste.
- … Sinn und Sinnlichkeit auf Platz 1 setzen bitte.
- Platz 1
- Ich möchte einen Film auf die Favoritenliste Platz 1 setzen.
- auf Platz 1 setzen in meiner Favoritenliste.

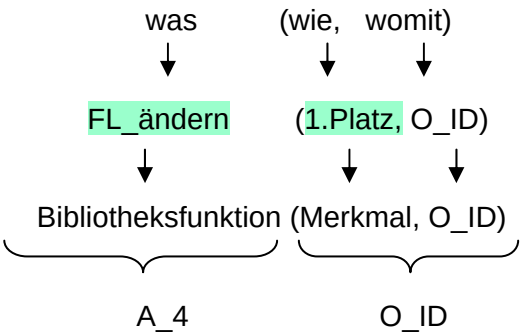
1.Platz: an erster Stelle, auf Platz 1

Mit den bisherigen Informationen kann das System bereits definieren, um welche Aktion es sich handelt:

Die ***Top 5 Favoritenliste*** soll **geändert** werden. Dabei handelt es sich um die Bibliotheksfunktion und der Veränderung eines Merkmals. Das bedeutet für das System, dass sich die Aktion auf der internen Datenbank abspielen muss, da der Proband auf der

externen Datenbank keine Bibliotheksfunktionen ausführen darf (siehe Assoziationstabelle). Die Aktion Bibliotheksfunktion bedeutet u.a. Kategorien anzulegen oder zu verwalten.

Diese Nutzerinformationen kann das System folgendermaßen auf die Aktions- und Objekt-identifizierung abbilden:



Somit konnte bereits die Aktion identifiziert werden. Im nächsten Schritt wird untersucht, welches **Objekt** die Teilnehmer auf den 1. Platz setzen wollten.

Um das Objekt zu identifizieren haben die Probanden mit Eingaben, bezogen auf eine Relation zwischen Medienobjekt und Crewmitglied, gearbeitet:

- In welchem davon spielt Hugh Grant mit?
- Ein Film in dem Kate Winslet mitgespielt hat
- Hugh Grant spielt auch mit, jedenfalls sieht er so aus
- Auf Platz 1 soll der Film den ich letztens gesehen habe, mit Hugh Grant und der Schauspielerin die auch in Titanic mitgespielt hat
- Also ich suche einen Film mit den Hauptdarstellern Hugh Grant und Kate Winslet.
- Nenne mir Filme mit Hugh Grant und Kate Winslet.
- Film mit Hugh Grant und Cate Blancett
- Einen Film mit Hugh Grant.
- Ich glaube da hat auch irgendwie eine Schauspielerin mitgespielt, die bei Titanic mitgespielt hat
- Schauspielerin spielt auch bei Titanic mit.
- Mit welchen Schauspielern ist der Film Sinn und Sinnlichkeit?

mitspielen: spielt mit, mitspielen, Film mit, Film mit Hautdarsteller/in, Schauspieler/in

Die Beziehung **mitspielen** lässt für das System, auf Schauspieler des gesuchten Objekt schließen. Die Begriffe bzw. Namen in blau geschriebenen Buchstaben sind die Werte, die

der Nutzer dem System, zur Suche nach dem Objekt, übergibt. Anhand dieser Werte zu den jeweiligen Merkmalen, kann der Recorder seine Suche nach dem Objekt, nach jedem neuen Wert verbessern, bis er ein Objekt eindeutig identifizieren konnte. Diese Werte sind in dem Fall Eigennamen, von Schauspielern und Filmen. Auf diesen Eingaben können auch Äquivalenzklassen gebildet werden. Allerdings ist das in diesem Experiment nicht notwendig, da keine Abkürzungen oder Spitznamen für die Titel oder Darsteller benutzt wurden.

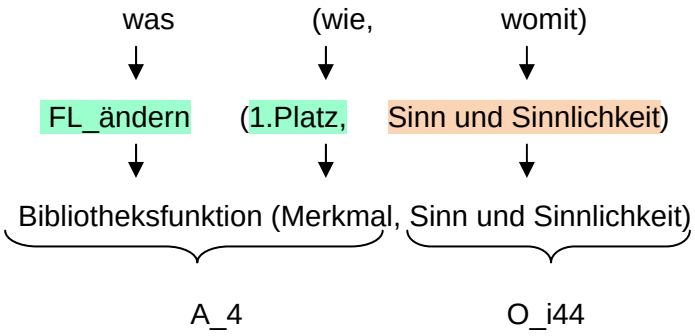
Hugh Grant:	Hugh Grant
Kate Winslet:	Kate Winslet
Titanic:	Titanic
Sinn und Sinnlichkeit:	Sinn und Sinnlichkeit

Da in den meisten Durchführungen mehr als eine Information zur Identifikation des Objekts ausreichte, lieferten die Probanden folgende Eingaben zu den Tags des Films:

- In welchem davon kam eine Hochzeit vor?
- …es basiert auf einer Romanvorlage…
- Ja, Hochzeitsfeier, Geschichte.

Handelt von:	kam vor
Basiert auf:	basiert auf
Hochzeit:	Hochzeit, Hochzeitsfeier
Adaption:	Romanvorlage
Historie:	Geschichte

Nachdem auch das Objekt identifiziert wurde, kann das System seine Assoziation vervollständigen:



Anlage 7 Audacity Transktiption Screenshots

Die Audacity Projekte als Audacity Project File befinden sich auf der beigelegten CD-Rom.

Proband 2

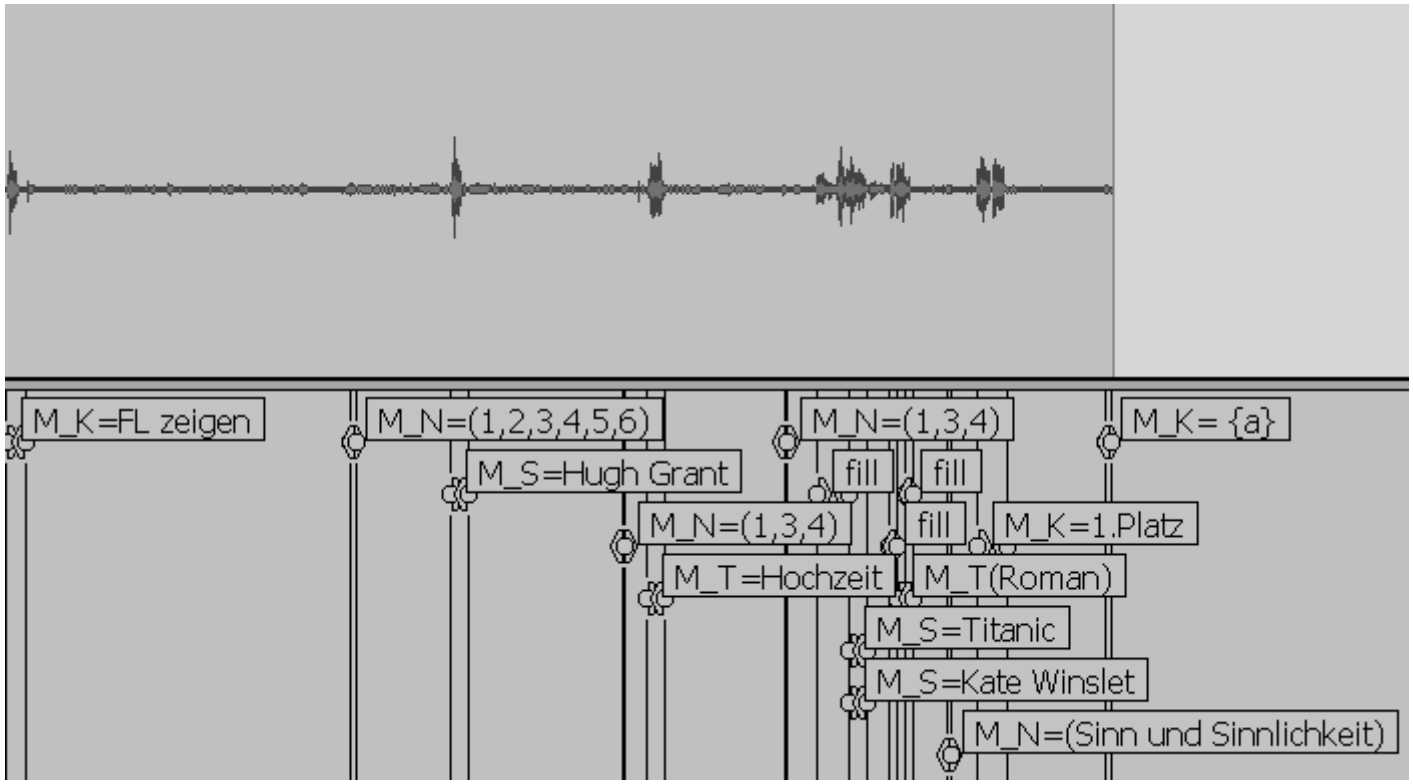


Abbildung 43: Audacity Proband 2

Proband 4

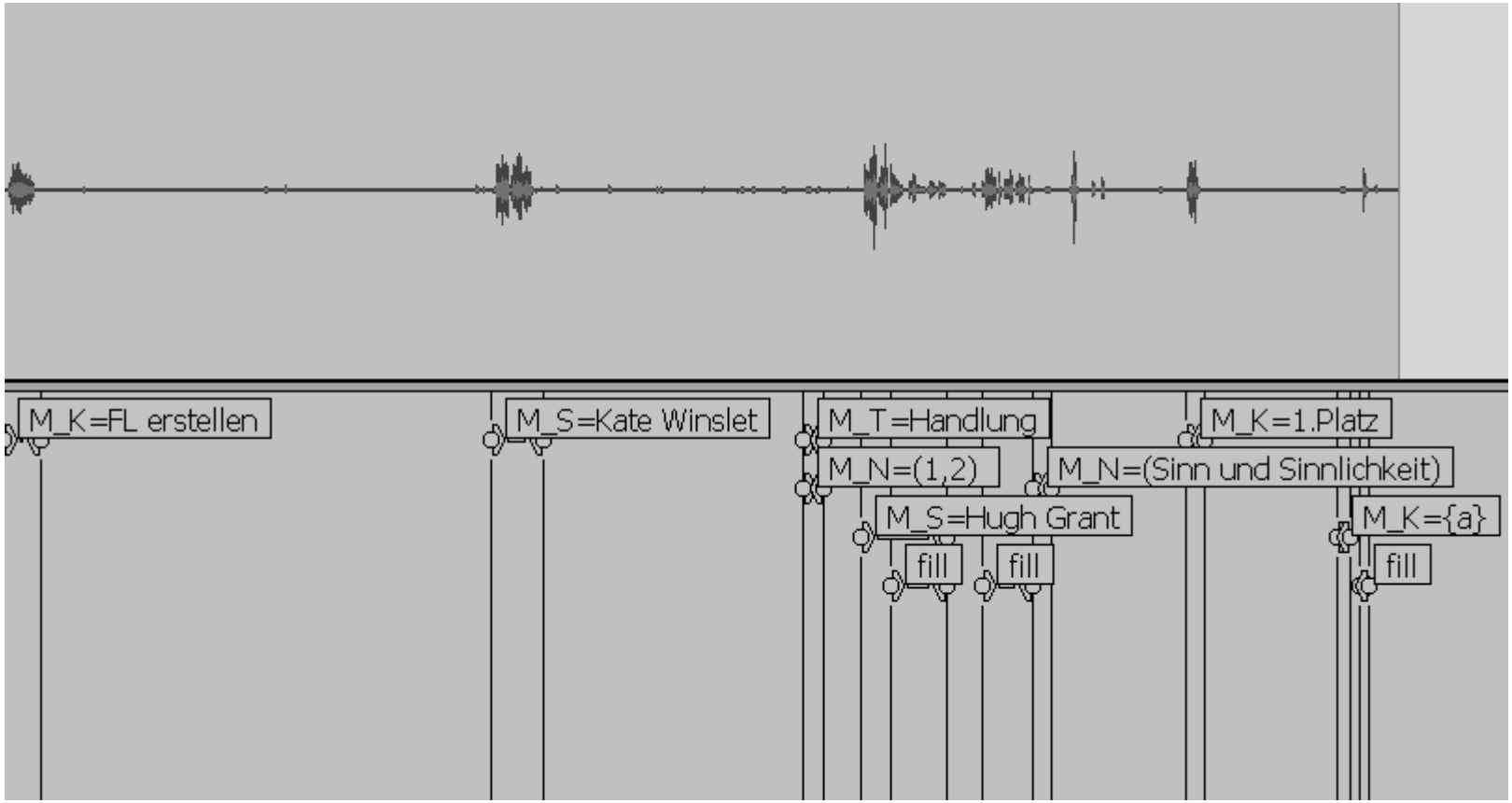


Abbildung 44: Audacity Proband 4

Proband 6

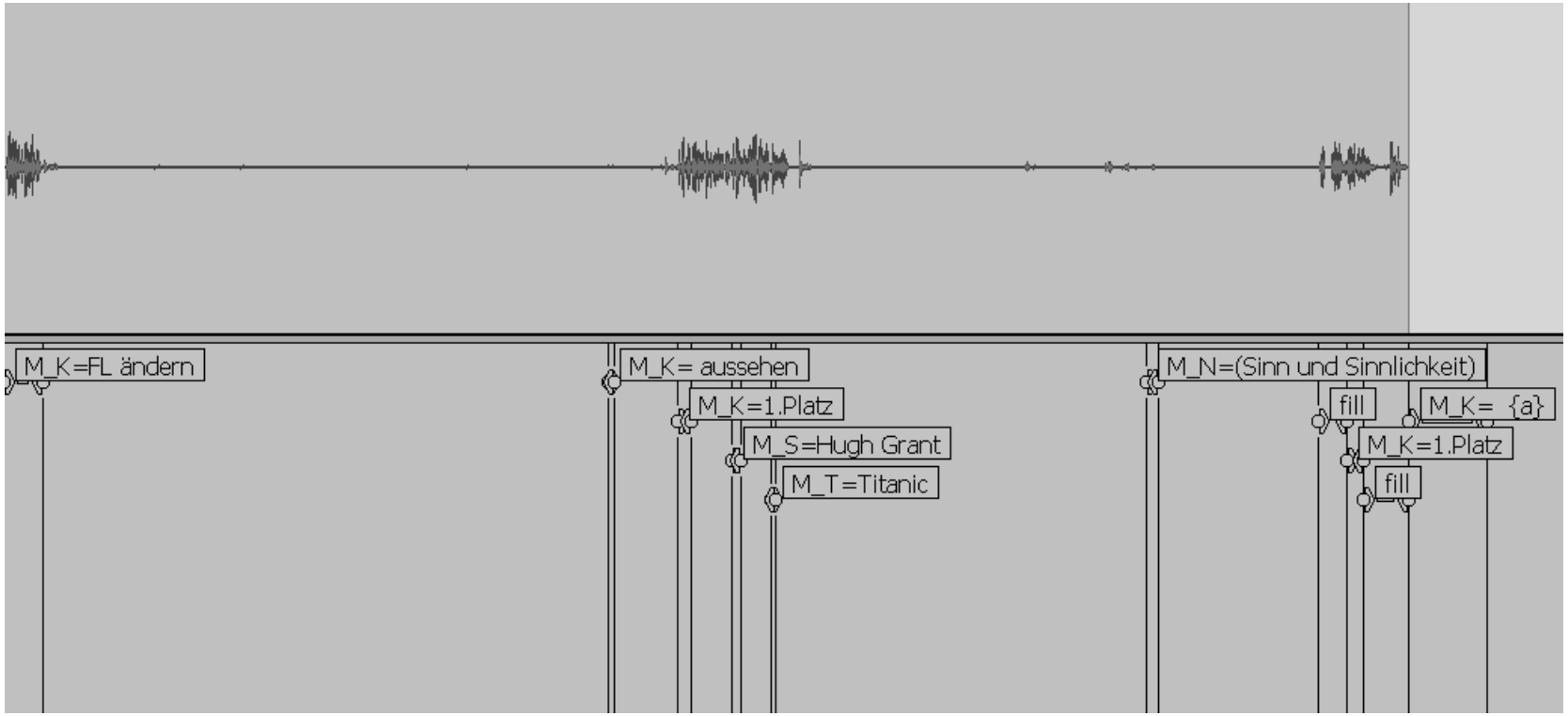


Abbildung 45: Audacity Proband 6

Proband 8

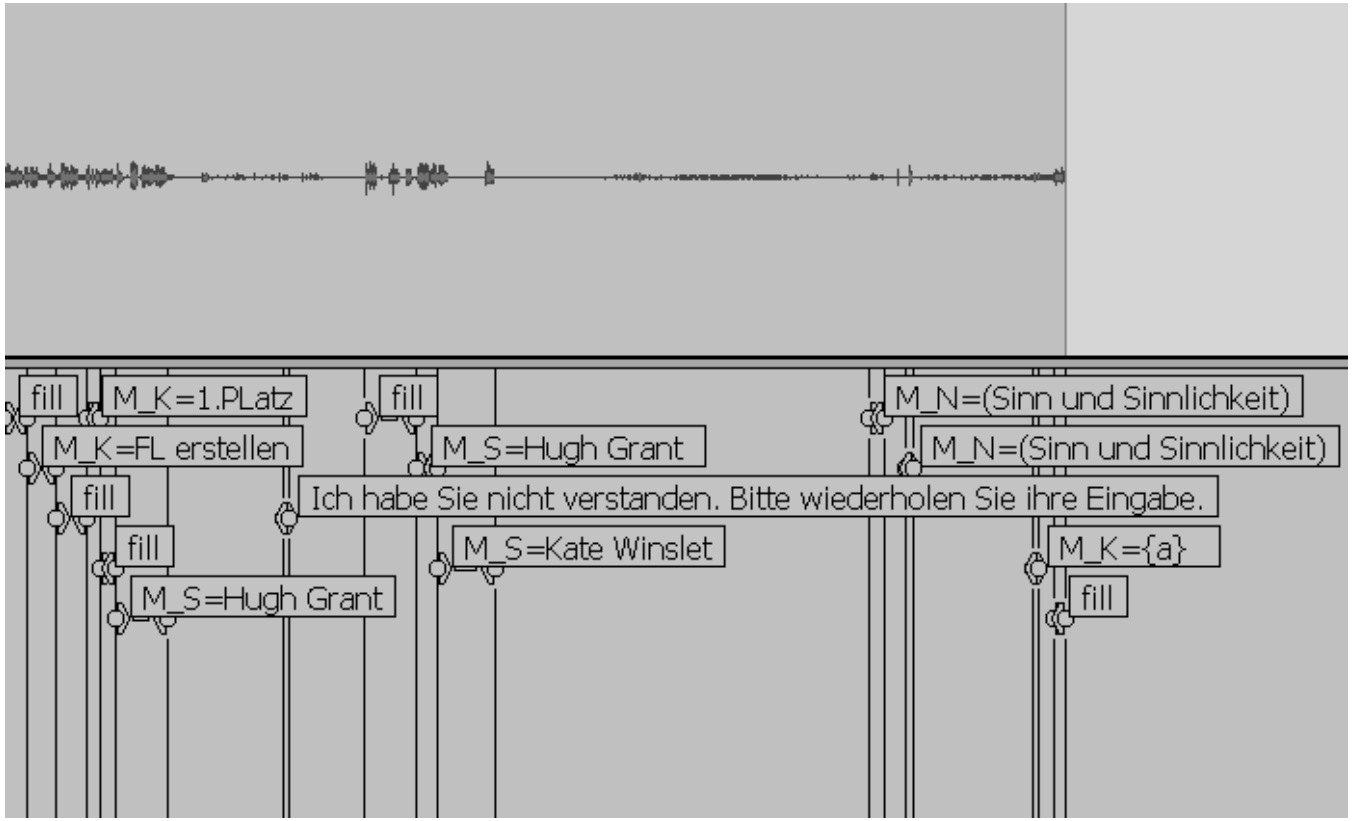


Abbildung 46: Audacity Proband 8

Proband 9

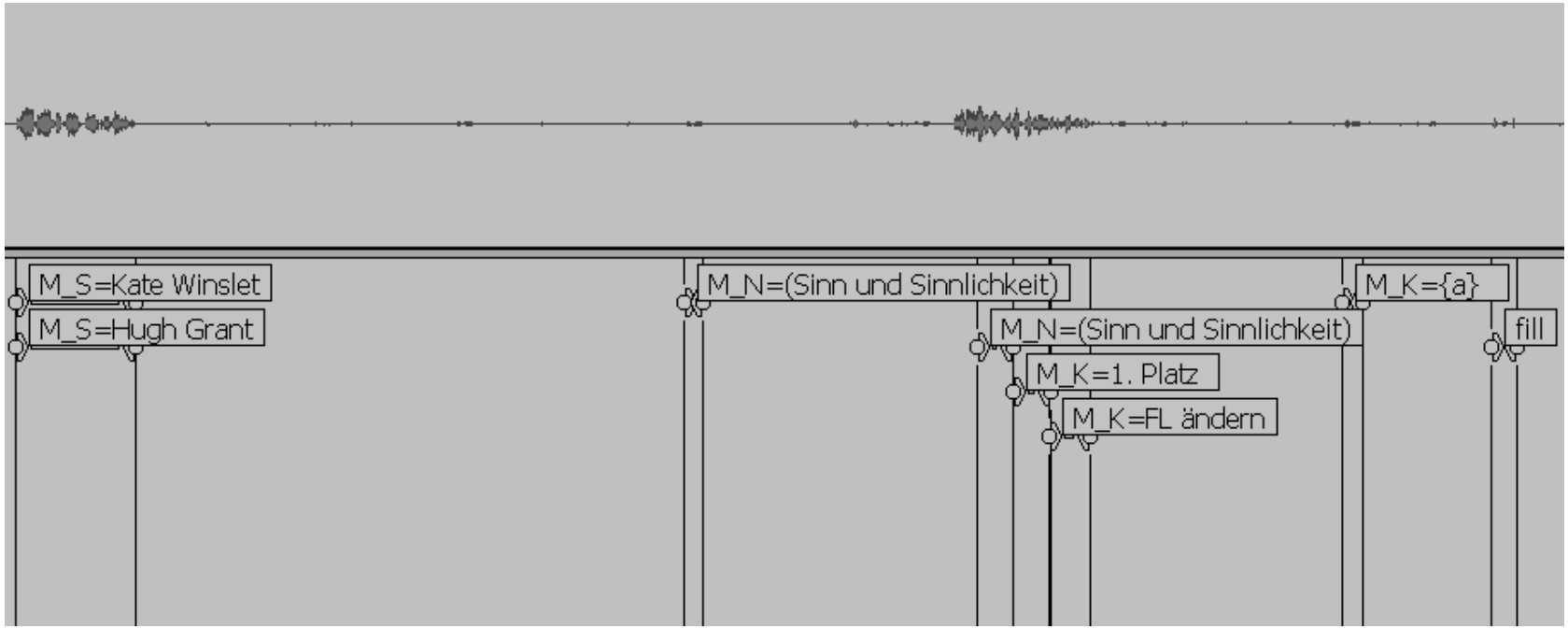


Abbildung 47: Audacity Proband 9

Proband 10

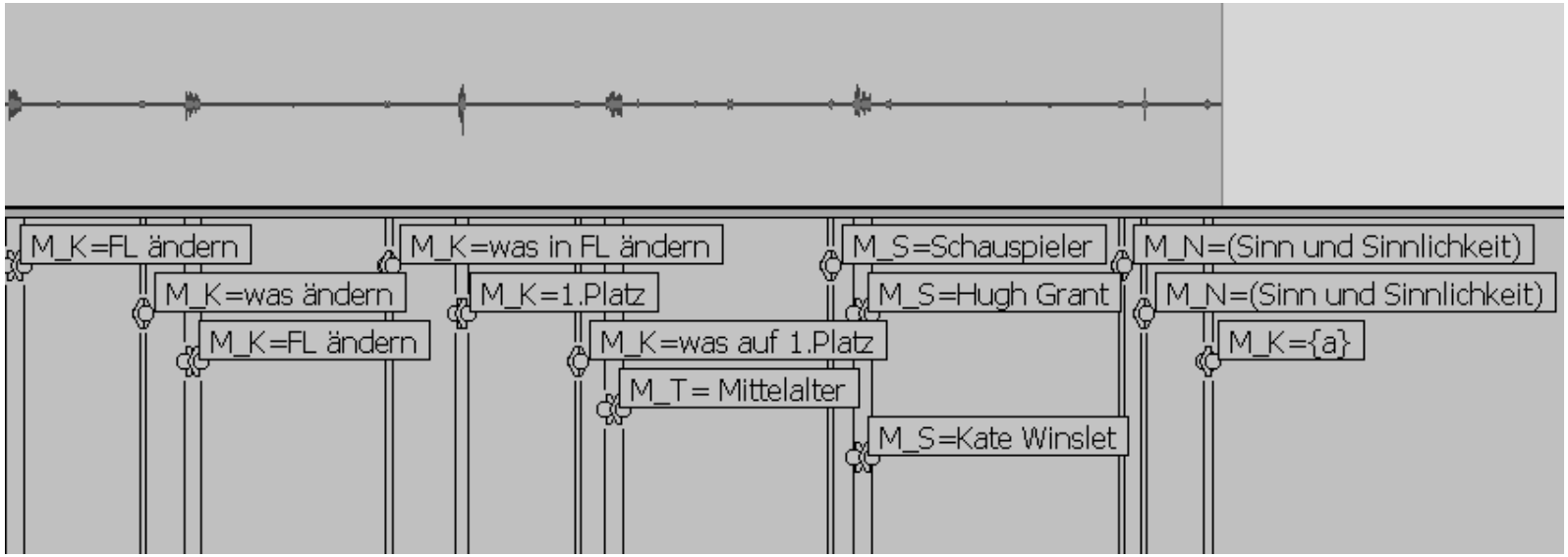


Abbildung 48: Audacity Proband 10

Proband 11

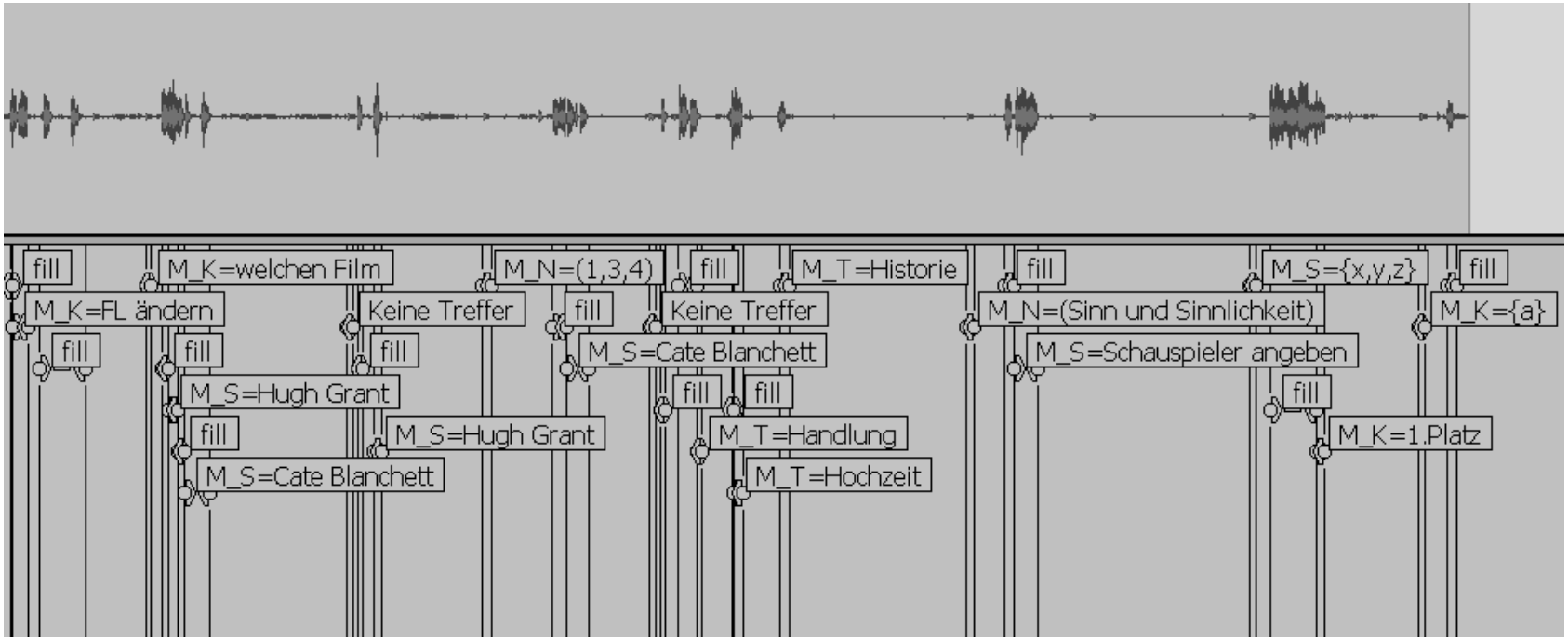


Abbildung 49: Audacity Proband11

Proband 12

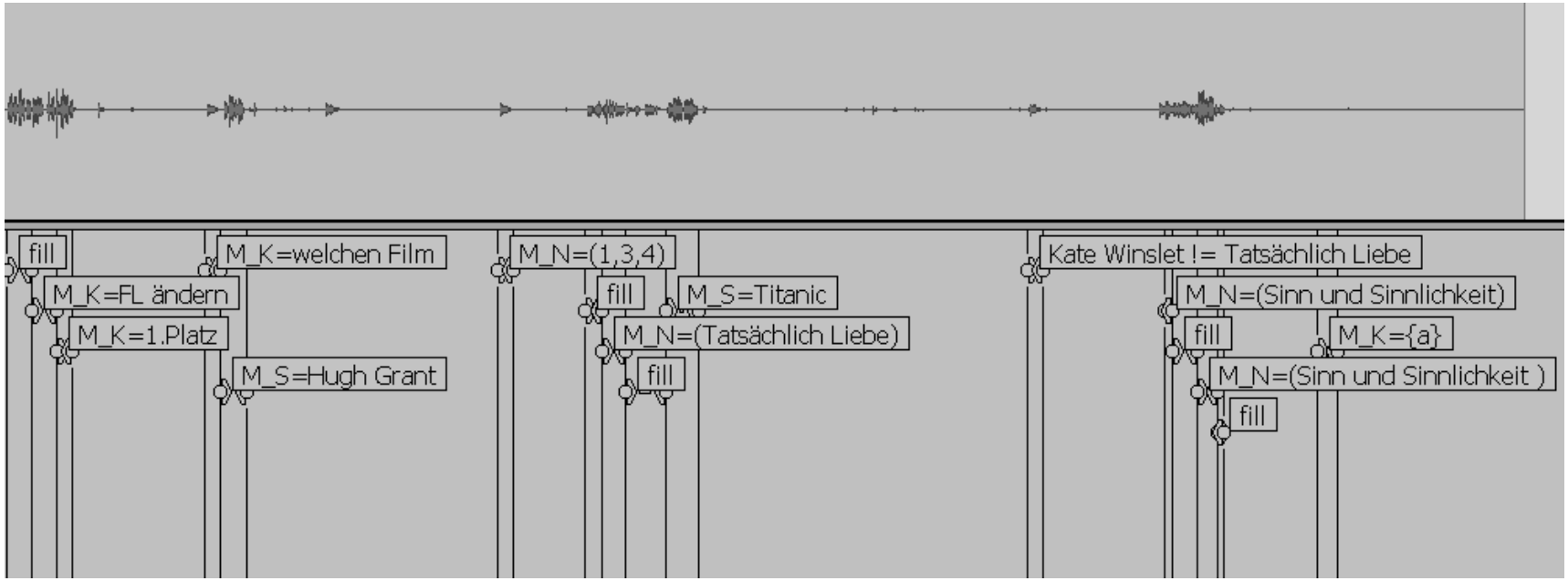


Abbildung 50: Audacity Proband 12

Anlage 8 Lineare Sequenzen

Proband 2

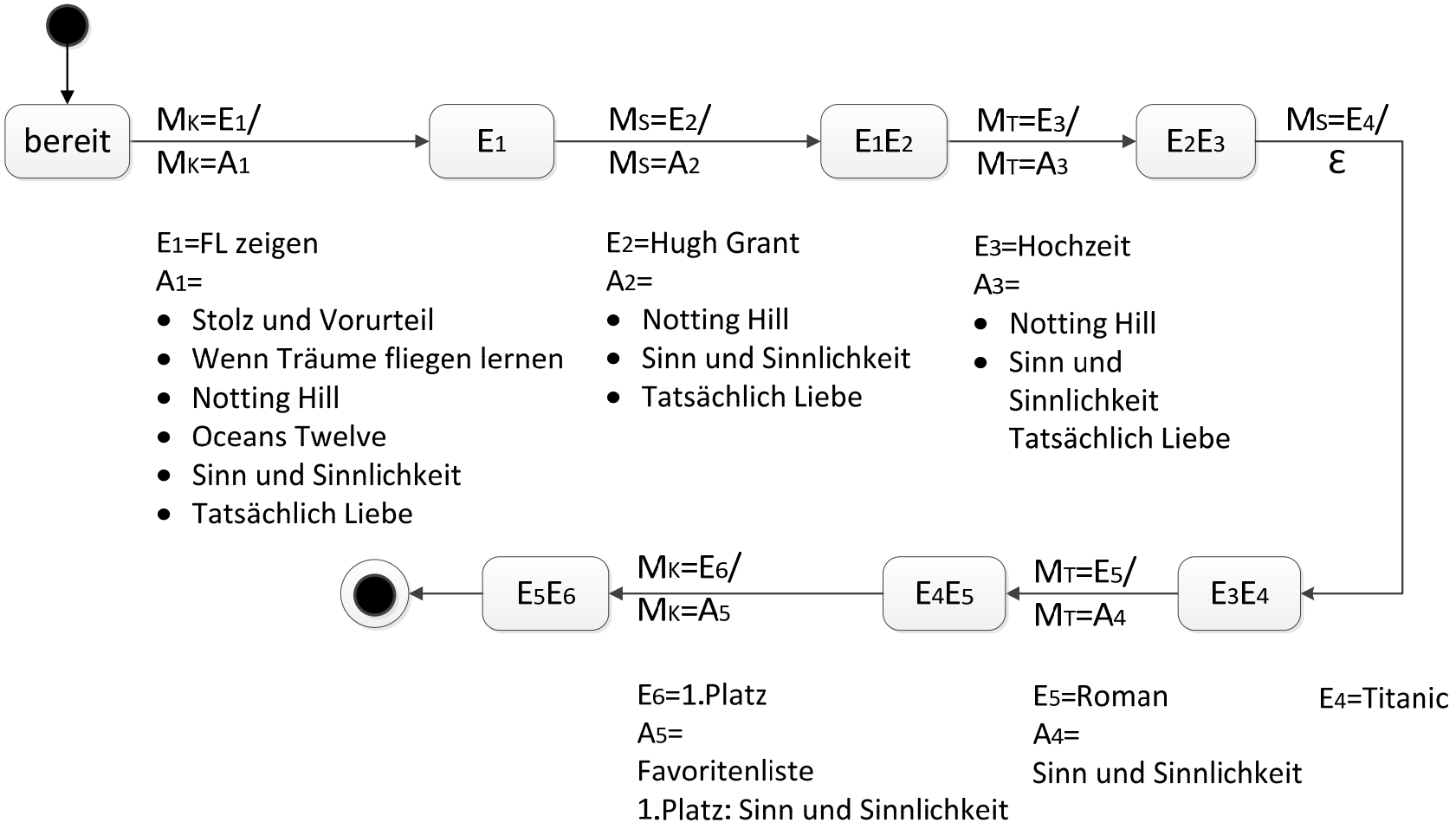


Abbildung 51: Sequenz Proband 2

Proband 4

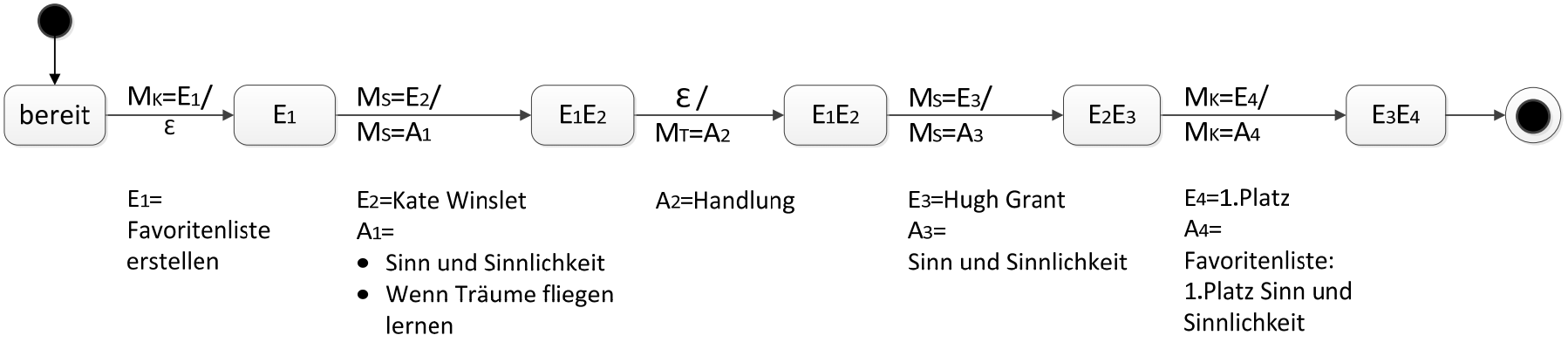


Abbildung 52: Sequenz Proband 4

Proband 6

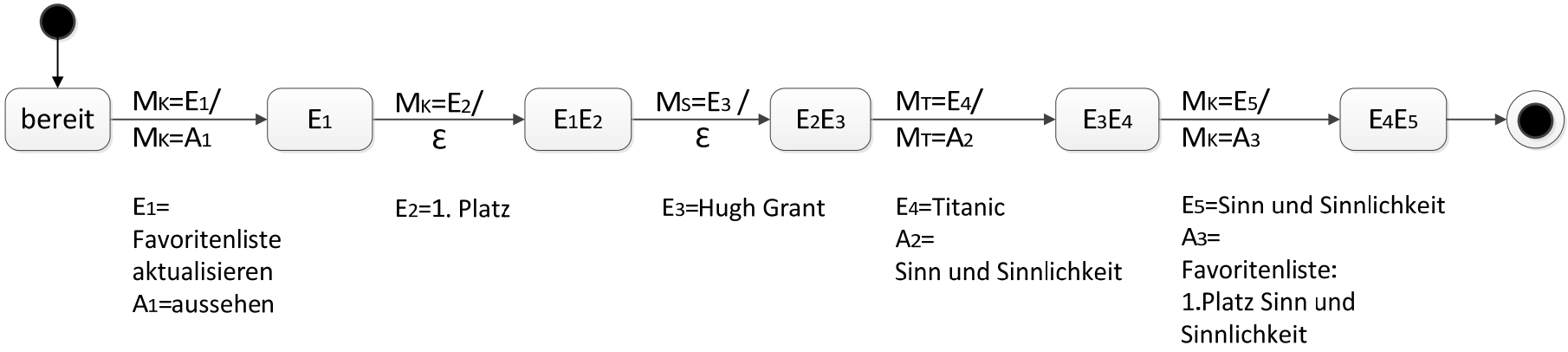


Abbildung 53: Sequenz Proband 6

Proband 8

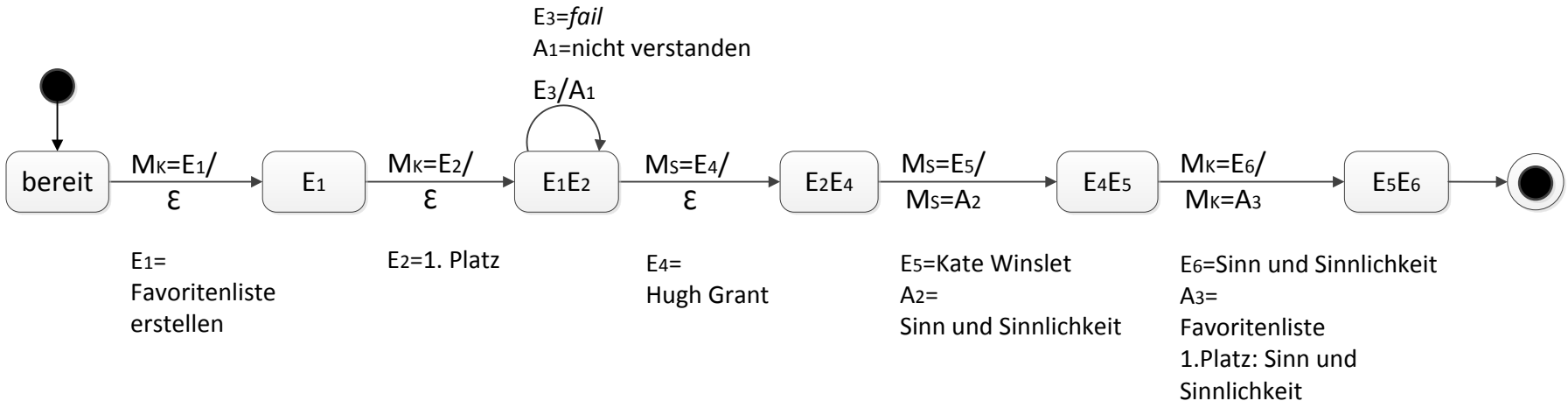


Abbildung 54: Sequenz Proband 8

Proband 9

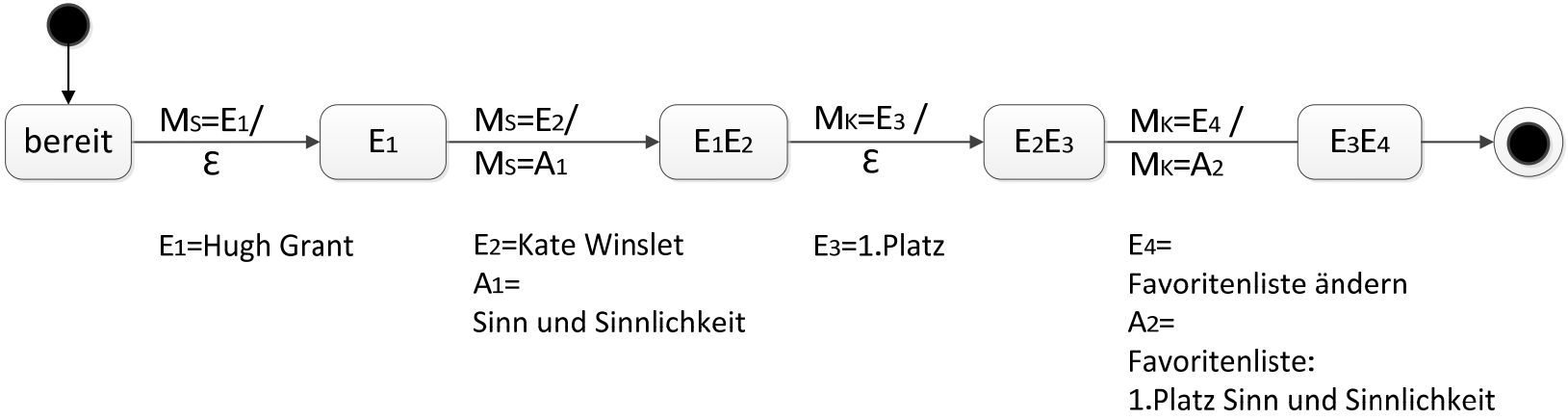


Abbildung 55: Sequenz Proband 9

Proband 10

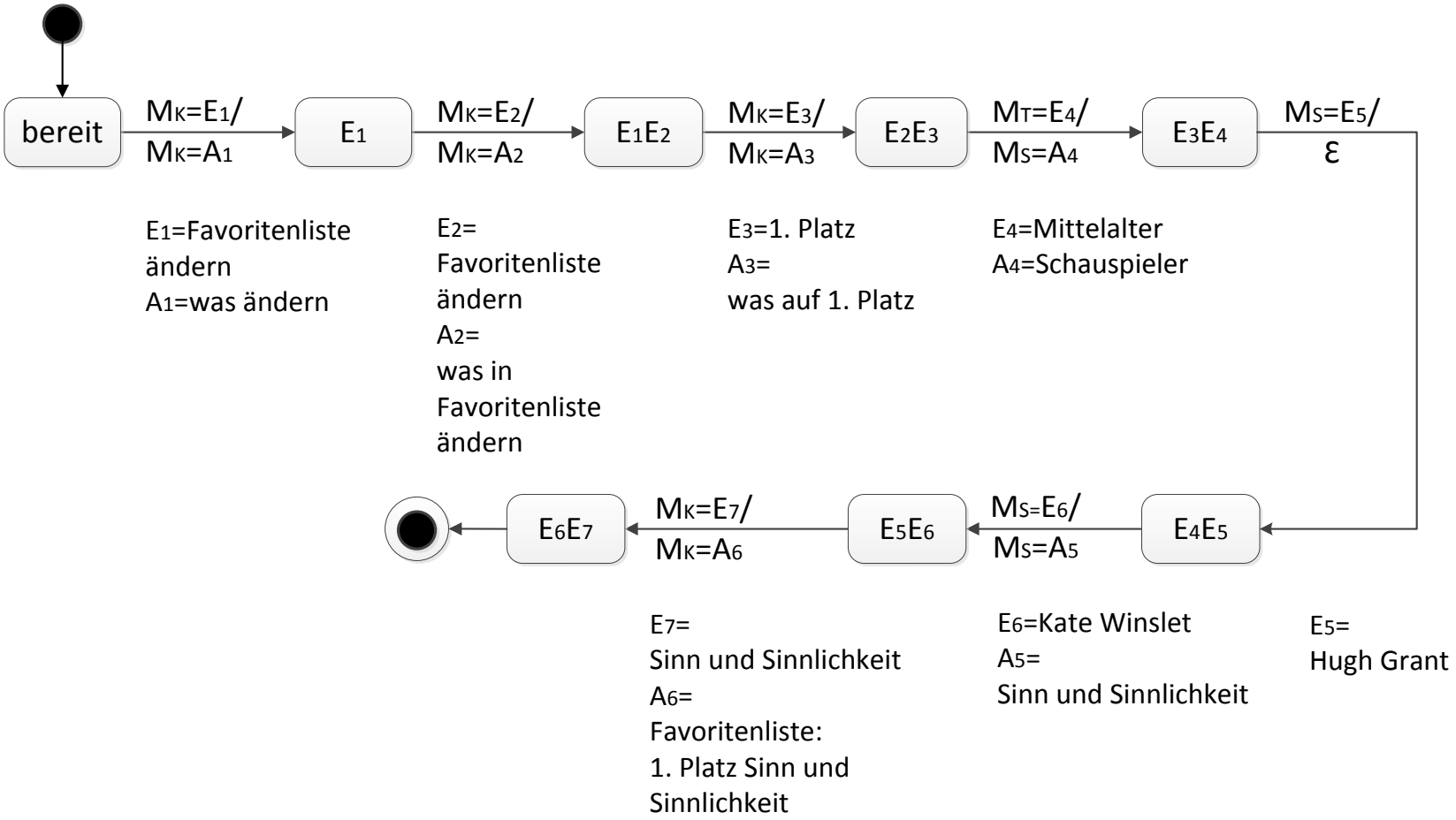


Abbildung 56: Sequenz Proband 10

Proband 11

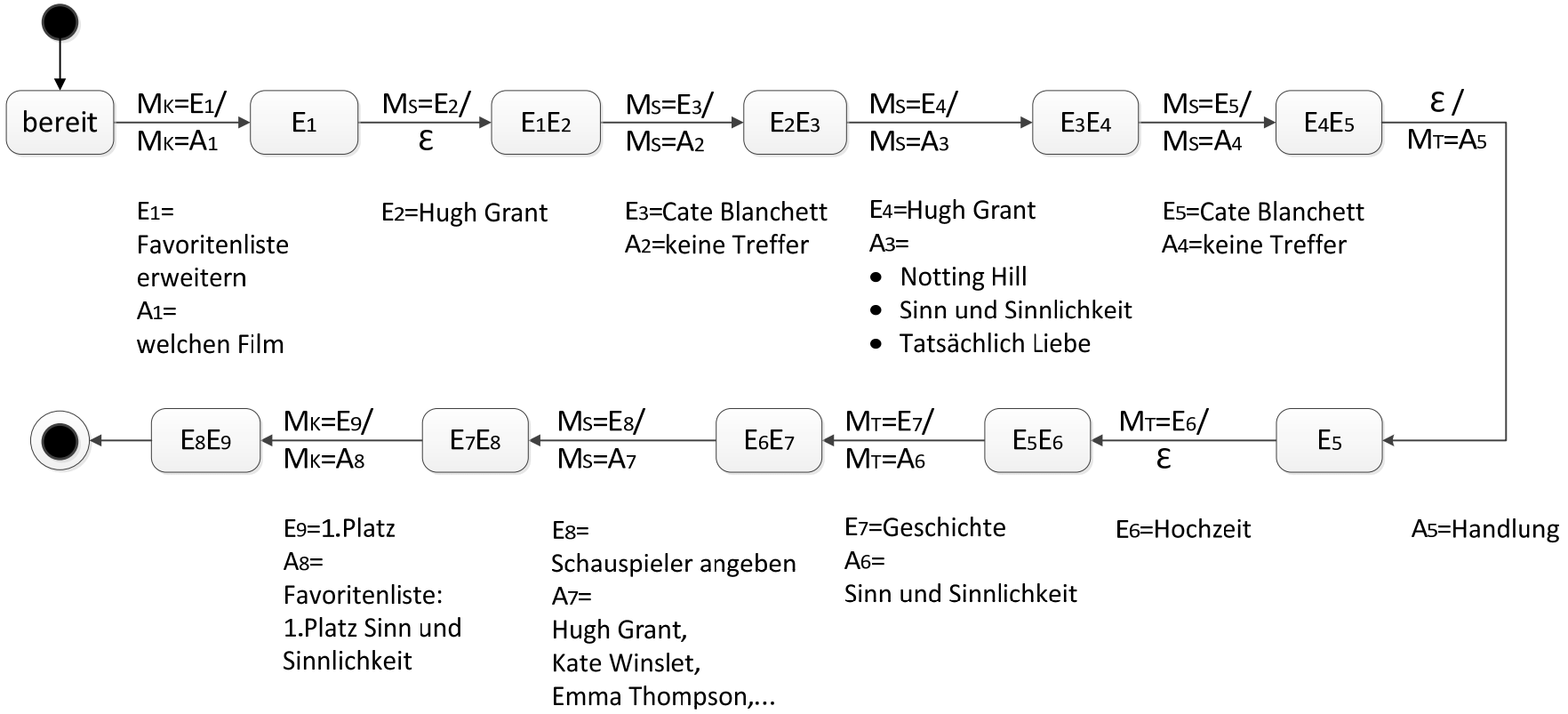


Abbildung 57: Sequenz Proband 11

Proband 12

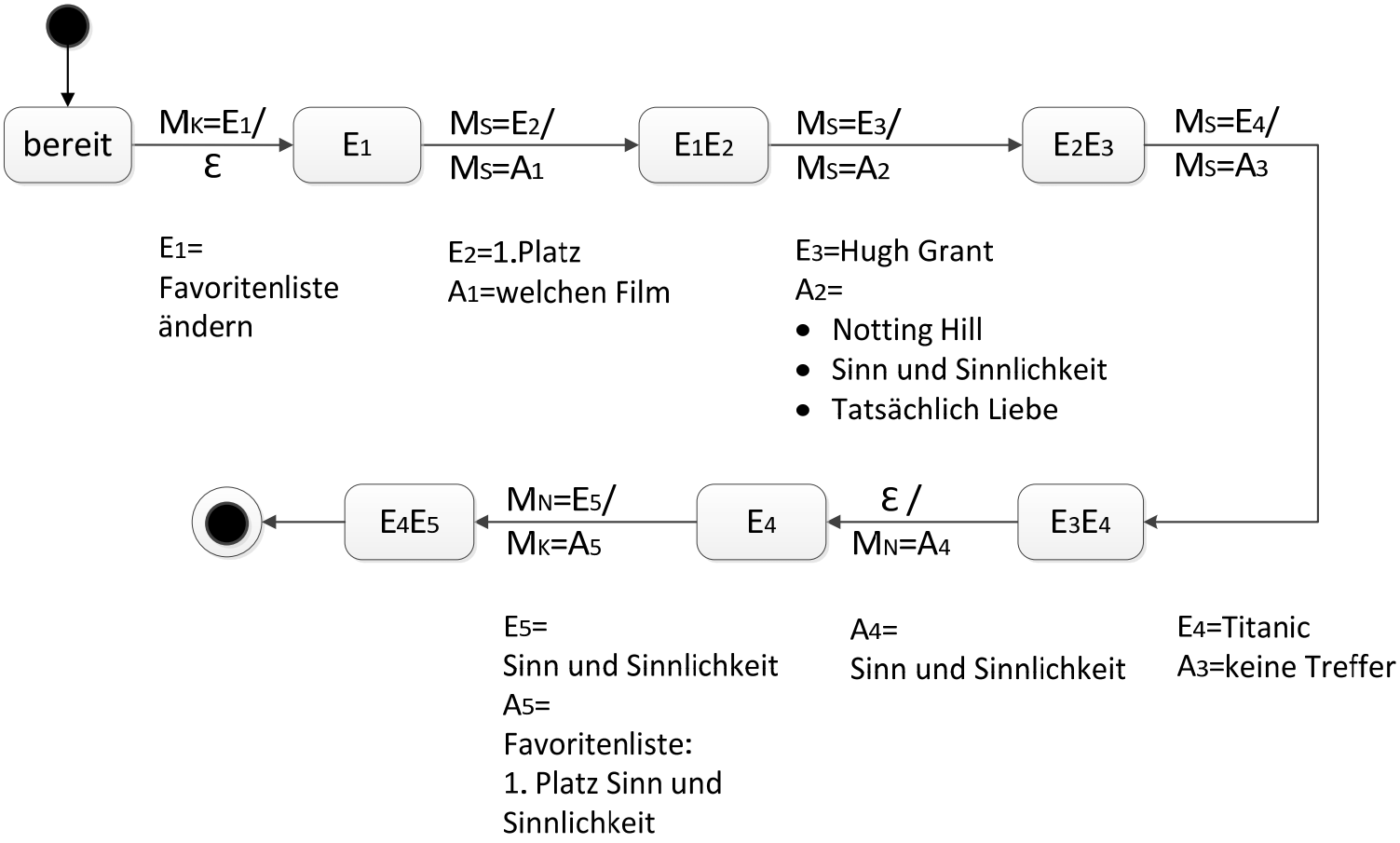


Abbildung 58: Sequenz Proband 12

Anlage 9 Ermittlung der Gewichte

Proband-Eingaben										
2	MK= FL zeigen	MS= Hugh Grant	MT= Hochzeit	MS= Titanic	MT= Adaption	MK= 1.Platz				
4	MK= FL erstellen	MS= Kate Winslet	ε	MS= Hugh Grant	MK= 1.Platz					
6	MK= FL ändern	MK=1.Platz	MS= Hugh Grant	MS= Titanic	MN={1}					
8	MK= FL erstellen	MK= 1.Platz	*fail*	MS= Hugh Grant	MS= Kate Winslet	MN={1}				
9	MS= Hugh Grant	MS= Kate Winslet	MK= 1.Platz	MK= FL ändern						
10	MK= FL ändern	MS= Hugh Grant	MS= Cate Blanchett	MS= Hugh Grant	MS= Cate Blanchett	ε	MT= Hochzeit	MT= Historie	MS= Schauspieler angeben	MK= 1.Platz
11	MK= FL ändern	MK= FL ändern	MK= 1.Platz	MT= Mittelalter	MS= Hugh Grant	MS= Kate Winslet	MN={1}			
12	MK= FL ändern	MK=1.Platz	MS= Hugh Grant	MS= Titanic	ε	MN={1}				

Systemausgaben										
2	MN= {1,2,3,4,5,6}	MN={1,3,4}	MN={1,3,4}	ε	MN={1}	MK={a}				
4	ε	MN={1,2}	MT= Handlung	MN={1}	MK={a}					
6	MK= aussehen	ε	ε	MN={1}	MK={a}					
8	ε	ε	nicht verstanden	ε	MN={1}	MK={a}				
9	ε	MN={1}	ε	MK={a}						
10	MK= welchen Film	ε	MS= keine Treffer	MN={1,3,4}	MS= keine Treffer	MT= Handlung	ε	MN={1}	MS={x,y,z}	MK= {a}
11	MK= was ändern	MK= was in FL ändern	MK=was auf 1.Platz	MS= Schauspieler	ε	MN={1}	MK={a}			
12	ε	MK= welchen Film	MN={1,3,4}	MS= keine Treffer	MN={1}	MK={a}				

Tabelle 6: Ermittlung der Gewichte

Anlage 10 Zustandsautomat

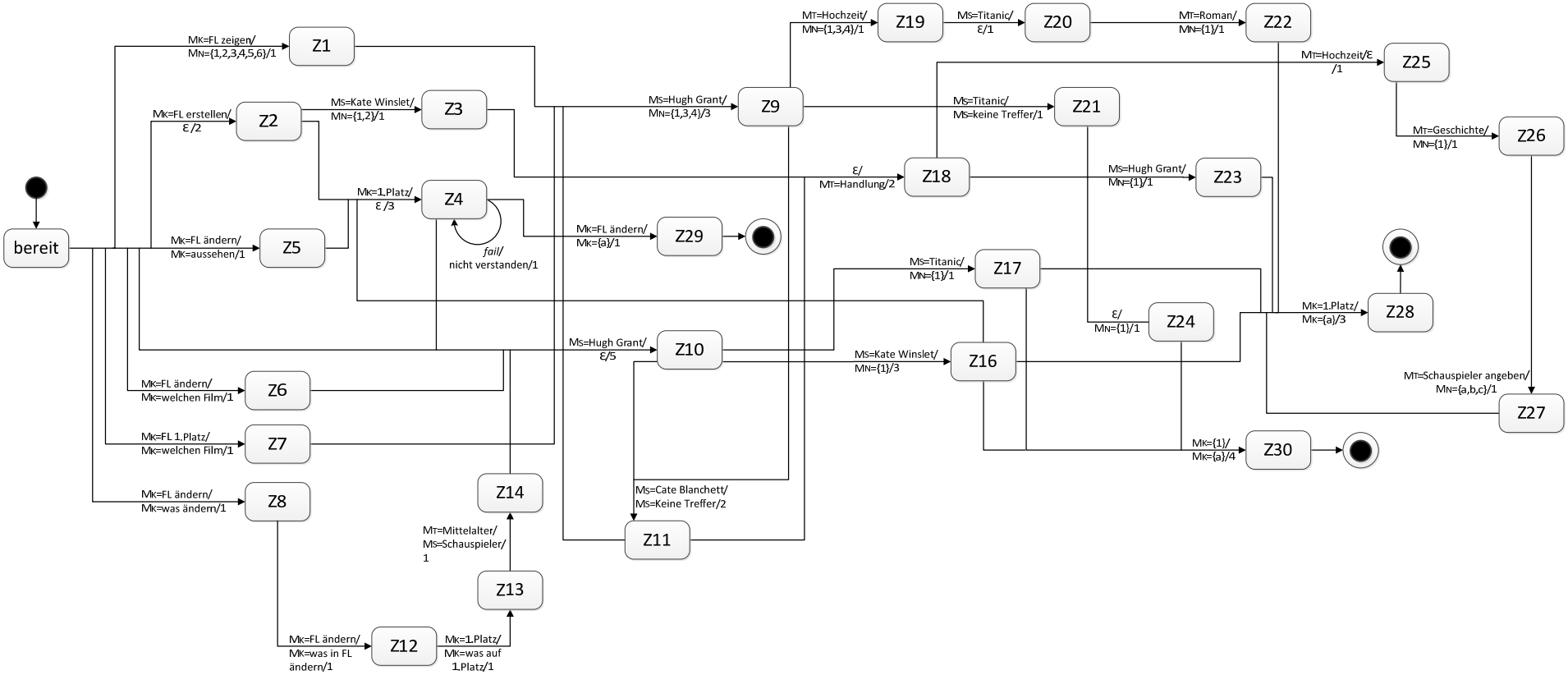


Abbildung 59: Zustandsautomat

Anlage 11 Verhaltensfunktionen

Proband 2

Alter Zustand	Eingabe	Ausgabe	Neuer Zustand
bereit	M_K=FL zeigen	M_N={1,2,3,4,5,6}	Z1
Z1	M_S=Hugh Grant	M_N={1,3,4}	Z9
Z9	M_T=Hochzeit	M_N={1,3,4}	Z19
Z19	M_S=Titanic	ε	Z20
Z20	M_T=Adaption	M_N={1}	Z22
Z22	M_K=1.Platz	M_K={a}	Z28

Proband 4

Alter Zustand	Eingabe	Ausgabe	Neuer Zustand
bereit	M_K=FL erstellen	ε	Z2
Z2	M_S=Kate Winslet	M_N={1,2}	Z3
Z3	ε	M_T=Handlung	Z18
Z18	M_S=Hugh Grant	M_N={1}	Z23
Z23	M_K=1.Platz	M_K={a}	Z28

Proband 6

Alter Zustand	Eingabe	Ausgabe	Neuer Zustand
bereit	M_K=FL ändern	M_K=aussehen	Z5
Z5	M_K=1.Platz	ε	Z4
Z4	M_S=Hugh Grant	ε	Z10
Z10	M_S=Titanic	M_N={1}	Z17
Z17	M_N={1}	M_K={a}	Z30

Proband 8

Alter Zustand	Eingabe	Ausgabe	Neuer Zustand
bereit	MK=FL erstellen	ε	Z2
Z2	MK=1.Platz	ε	Z4
Z4	*fail*	nicht verstanden	Z4
Z4	MS=Hugh Grant	ε	Z10
Z10	MS=Kate Winslet	MN={1}	Z16
Z16	MN={1}	MK={a}	Z30

Proband 9

Alter Zustand	Eingabe	Ausgabe	Neuer Zustand
bereit	MS=Hugh Grant	ε	Z10
Z10	MS=Kate Winslet	MN={1}	Z16
Z16	MK=1.Platz	ε	Z4
Z4	MK=FL ändern	MK={a}	Z29

Proband 10

Alter Zustand	Eingabe	Ausgabe	Neuer Zustand
bereit	MK=FL ändern	MK=welchen Film	Z6
Z6	MS=Hugh Grant	ε	Z10
Z10	MS=Cate Blanchett	MS=keine Treffer	Z11
Z11	MS=Hugh Grant	MN={1,3,4}	Z9
Z9	MS=Cate Blanchett	MS=keine Treffer	Z11
Z11	ε	MT=Handlung	Z18
Z18	MT=Hochzeit	ε	Z25
Z25	MT=Historie	MN={1}	Z26
Z26	MS=Schauspieler angeben	MS={a,b,c}	Z27
Z27	MK=1.Platz	MK={a}	Z28

Proband 11

Alter Zustand	Eingabe	Ausgabe	Neuer Zustand
bereit	MK=FL ändern	MK=ändern	Z8
Z8	MK=FL ändern	MK=FL ändern	Z12
Z12	MK=1.Platz	MK=1.Platz	Z13
Z13	MT=Mittelalter	MS= Schauspieler	Z14
Z14	MS=Hugh Grant	ε	Z10
Z10	MS=Kate Winslet	MN={1}	Z16
Z16	MN={1}	MK={a}	Z30

Proband 12

Alter Zustand	Eingabe	Ausgabe	Neuer Zustand
bereit	MK=FL 1.Platz	MK=welchen Film	Z7
Z7	MS=Hugh Grant	MN={1,3,4}	Z9
Z9	MS=Titanic	MS=keine Treffer	Z21
Z21	ε	MN={1}	Z24
Z24	MN={1}	MK={a}	Z30

Tabelle 7: Verhaltensfunktionen aller acht ausgewerteten Probanden

Legende:

MN={}
1 = Sinn und Sinnlichkeit
2 = Wenn Träume fliegen lernen
3 = Tatsächlich Liebe
4 = Notting Hill
5 = Stolz und Vorurteil
6 = Oceans Twelve

MK={}
a =
Favoritenliste
1.Platz: Sinn und Sinnlichkeit

MS={a,b,c}
a = Hugh Grant
b = Kate Winslet
c = Emma Thompson

Anlage 12 Probandenbefragung

CD-Rom beigelegt

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt bzw. die wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stelen als solche kenntlich gemacht habe. Mit meiner Unterschrift stimme ich einer Veröffentlichung der Arbeit oder Teilen aus der Arbeit zu.

Cottbus, den 30.10.2012 _____

Kathleen Karnagel