

# Automatische Identifizierung und Annotierung von Negation in Texten

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der technischen Wissenschaften**

eingereicht von

**Alexandra Klein M.A.**

Matrikelnummer 9825951

an der  
Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung: ao.Univ.-Prof. Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Harald Trost

Diese Dissertation haben begutachtet:

---

(Ao.Univ.-Prof. Univ.-Doz.  
Dipl.-Ing. Dr. Harald Trost)

---

(Ao.Univ.-Prof. Univ.-Doz.  
Dipl.-Ing. Dr.techn. Andreas  
Rauber)

Wien, 21.05.2013

---

(Alexandra Klein M.A.)

# Erklärung zur Verfassung der Arbeit

Alexandra Klein M.A.  
Burghardtgassee 5/18, 1200 Wien

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe, dass ich die verwendeten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben habe und dass ich die Stellen der Arbeit - einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen -, die anderen Werken oder dem Internet im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.

---

(Ort, Datum)

---

(Unterschrift Verfasserin)



# Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand am Österreichischen Forschungsinstitut für Artificial Intelligence (OFAI).

Ich danke ao. Prof. Dr. Harald Trost für seine Unterstützung als Erstbetreuer der Dissertation und für zahlreiche interessante Projekte in der Gruppe Language Technology des OFAI.

Weiters bedanken möchte ich mich bei dem Zweitbetreuer ao. Prof. Dr. Andreas Rauber, der viele hilfreiche Hinweise und Denkanstöße für die Fertigstellung der Arbeit gegeben hat.

Mein besonderer Dank gilt außerdem Dr. Brigitte Krenn, der Leiterin der Gruppe Interaction Technologies am OFAI, für ihre Motivation und Hilfe.



# Abstract

Negation, i.e. the possibility that terms or relations occurring in text may be negated, is usually not considered in developing methods and techniques for Information Extraction, Information Retrieval and Text Mining. In many cases, objects and relations between objects can be identified and classified correctly, given a specific domain and background knowledge. In Information Extraction, which is often about filling templates, larger contexts may be found, as long as they correspond to the specified templates. However, most of these approaches rely on a simplified view of information: terms, concepts, relations and templates are treated as either present or not present in texts. If they are present, they will be used for further processing; if they are not present, the text or part of the text is ignored. Usually, developers neglect that important facts may be expressed in terms of a negated statement. Thus, all objects and relations are treated in the same way, even if some of them occur in the context of a negation. As a result, incorrect information may be extracted and passed on to further processing.

Few approaches have started to consider negation, mostly in the medical domain and in the field of sentiment analysis. They tend to concentrate on a specific application, with a limited view of negation and its functions. Sentences or parts of sentences which contain negation are not considered during analysis. It is usually not attempted to classify and annotate the type and scope of negation. These two aspects have traditionally received much attention in linguistics and language philosophy. The automatic analysis of negation might benefit from theoretical research and empirical evidence concerning the meaning and realization of negation, but so far it has not been incorporated into systems.

This dissertation describes a module for identifying and annotating negation and its textual contexts and functions. It is the aim to closely examine textual content by including an analysis of negation, which should lead to better results in applications such as Information Retrieval, Information Extraction and Text Mining. German newspaper texts serve as a sample domain. Starting from an application where newspaper texts are retrieved from a corpus based on natural-language queries, an empirical corpus study was carried out where negation contexts and functions were manually annotated. Based on this analysis, a classification of negation and its functions was derived. This classification serves as a foundation for a module which automatically identifies and classifies negation. The results of the analysis were evaluated on two corpus resources. It turns out that a high proportion of negations can be correctly identified and classified, even in texts which have been preprocessed automatically, without any manual annotations.



# Kurzfassung

Bei der Entwicklung von Verfahren zur Informationsextraktion, zum Information Retrieval und zum Text Mining wird Negation, also die Möglichkeit, dass im Text vorkommende Begriffe oder Zusammenhänge verneint werden, bislang kaum beachtet. Objekte und Relationen zwischen Objekten können zwar in vielen Fällen domänenabhängig und auf der Basis von Hintergrundwissen korrekt identifiziert und kategorisiert werden. In der Informationsextraktion, bei der es zumeist darum geht, Templates zu füllen, werden auch größere Zusammenhänge in Texten gefunden, sofern sie mit den vorgegebenen Templates korrespondieren. Beinahe all diesen Ansätzen liegt jedoch eine vereinfachende Sicht der Information zugrunde: Begriffe, Konzepte, Relationen und Zusammenhänge werden als in Texten entweder vorhanden oder nicht vorhanden betrachtet. Sind sie vorhanden, so werden sie weiterverarbeitet; sind sie nicht vorhanden, so wird der Text oder Textabschnitt ignoriert. Dass ein wichtiger Sachverhalt durch Negation ausgedrückt werden kann, wird dabei zumeist ausgeklammert. Das führt dazu, dass alle vorkommenden Objekte und Relationen auf dieselbe Weise verarbeitet werden, auch wenn einige von ihnen negiert in Texten auftreten. Als Resultat werden Informationen präsentiert oder weiterverarbeitet, die eben nicht zutreffend sind.

Die wenigen Ansätze, die Negation einbeziehen, weitgehend im medizinischen Bereich und in der Sentiment-Analyse, konzentrieren sich bisher aufgrund ihrer spezifischen Anwendung zumeist auf eine extrem eingeschränkte Sicht der Bedeutung und somit des Auftretens von Negation. Sätze oder Teilsätze, die negierte Bestandteile enthalten, werden in der Verarbeitung ausgefiltert. Es wird in der Regel nicht versucht, Art und Skopus der Negation genauer zu bestimmen und im Text zu annotieren. Gerade diese beiden Aspekte beschäftigen jedoch traditionell Linguistik und Sprachphilosophie, sodass zu Bedeutung und Realisierung von Negation vielfältige theoretische und empirische Erkenntnisse vorliegen, die bisher nicht in der maschinellen Verarbeitung genutzt werden, die aber Hinweise bei der automatischen Identifikation von Negation geben können.

Diese Arbeit beschreibt ein Modul zur automatischen Identifizierung und Annotierung von Negation und ihren Kontexten und Funktionen in Texten. Die Einbeziehung von negierter Information soll zu einer differenzierteren Sicht von Textinhalten beitragen, was bessere Ergebnisse in Anwendungen wie Information Retrieval, Informationsextraktion und Text Mining erwarten lässt. Als Beispieldomäne werden deutschsprachige Zeitungstexte gewählt. Ausgehend von einer Anwendung, bei der mit frei formulierten natürlichsprachlichen Äußerungen nach passenden

Zeitungstexten in einem Korpus gesucht werden kann, wurde zunächst eine empirische Studie durchgeführt, bei der Negation, ihre Kontexte und Funktionen manuell annotiert wurden. Ausgehend von dieser Analyse wurde eine Klassifikation der Negation und ihrer Funktionen entwickelt. Diese Klassifikation wiederum dient als Basis für ein Modul zur Identifikation und Klassifikation von Negation. Die Ergebnisse der automatischen Analyse wurden auf zwei Korpora evaluiert. Es zeigt sich, dass ein hoher Anteil der vorkommenden Negationen auch in Texten, die vorher nur maschinell vorverarbeitet und nicht manuell bearbeitet worden sind, korrekt erkannt und klassifiziert werden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Beschreibung der Negation in der Linguistik</b>	<b>7</b>
2.1	Realisierung der Negation . . . . .	9
2.2	Negationsfunktionen . . . . .	17
2.3	Beschreibungsebenen . . . . .	17
2.4	Zusammenfassung: Beschreibung der Negation in der Linguistik . . . . .	27
<b>3</b>	<b>Automatische Verfahren mit Negationserkennung</b>	<b>29</b>
3.1	Verarbeitung von Negation außerhalb der biomedizinischen Domäne . . . . .	31
3.2	Identifizierung von Negation in medizinischen Texten . . . . .	36
3.3	Zusammenfassung: Automatische Verfahren und Negationserkennung . . . . .	51
<b>4</b>	<b>Empirische Grundlagen: Negationsstruktur in einem deutschsprachigen Zeitungs-Korpus</b>	<b>53</b>
4.1	Domäne und Textsorte . . . . .	54
4.2	Beschreibung des Negations-Subkorpus . . . . .	55
4.3	Annotation von Negation im Subkorpus . . . . .	56
4.4	Zusammenfassung: Empirische Grundlagen – Negationsstruktur in einem Korpus	64
<b>5</b>	<b>Empirische Grundlagen: Funktion der Negation im Korpus</b>	<b>67</b>
5.1	Negation und Aussagen . . . . .	67

5.2	Temporale Aspekte der Negation . . . . .	75
5.3	Häufigkeit der Negationsfunktionen im Korpus . . . . .	76
5.4	Zusammenfassung: Empirische Grundlagen – Funktion der Negation im Korpus	76
<b>6</b>	<b>Automatische Analyse der Struktur und Funktion von Negation</b>	<b>79</b>
6.1	Ein Modul zur automatischen Analyse von negierten Aussagen und ihren Kontexten . . . . .	80
6.2	Regelmechanismen zur Erkennung von Negationselementen, Skopus und Funktion von Negation . . . . .	81
6.3	Segmentierung von Aussagen . . . . .	82
6.4	Vorgehensweise bei der Segmentierung . . . . .	85
6.5	Automatische Kategorisierung der Negationsfunktion . . . . .	91
6.6	Zusammenfassung: Automatische Analyse der Struktur und Funktion von Negation . . . . .	92
<b>7</b>	<b>Evaluierung des Ansatzes</b>	<b>95</b>
7.1	Evaluationsmaße . . . . .	96
7.2	Evaluierung auf einem zweiten NEGRA-Testset . . . . .	98
7.3	Evaluierung auf einem <i>Der Standard</i> -Korpus . . . . .	102
7.4	Probleme und Ausblick . . . . .	106
7.5	Zusammenfassung: Evaluierung des Ansatzes . . . . .	108
<b>8</b>	<b>Schlussbemerkung</b>	<b>111</b>
<b>A</b>	<b>Regeln zur Identifikation und Klassifikation der Negation und ihrer Kontexte und Funktionen</b>	<b>115</b>
A.1	Segmentierung von Negationskontexten . . . . .	115
A.2	Klassifizierung von Negationsfunktionen . . . . .	116
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>117</b>

# Einleitung

Im Gebrauch von natürlicher Sprache erfüllt Negation unterschiedliche Funktionen. Die naheliegendste ist die Verneinung einer Aussage, bei der die Negation den Wahrheitswert umkehrt. So ist die Feststellung

(1.1) *Die Tür ist nicht zu.*

die Negation der Aussage

(1.2) *Die Tür ist zu.*

Negation bezieht sich jedoch nicht immer nur auf Aussageninhalte, also propositionalen Gehalt, im engeren Sinne. Negation kann auch die Funktion erfüllen, Inhalte hervorzuheben. Der Satz

(1.3) *Die Tür ist nicht zu.*

ist beispielsweise grundsätzlich inhaltlich äquivalent zu dem kürzeren Satz

(1.4) *Die Tür ist offen.*

Wenn die negierte Form gewählt wird, so gilt sie in der Linguistik als 'markiert', also betont. Neben den Funktionen Verneinen und Markieren kann Negation in manchen Verwendungskontexten auch rhetorische Funktionen übernehmen oder zeitliche Bezüge herstellen. Im Satz

(1.5) *Nicht nur ist die Tür offen, der Wellensittich ist auch entflohen.*

ist das Negationselement *nicht* Bestandteil einer Aufzählung. Die Kernaussage

(1.6) *Die Tür ist offen.*

enthält keine Negation. Sie wird allerdings von *nicht nur* eingeleitet, was signalisiert, dass die folgende Aussage zu einer Aufzählung gehört. Beim Satz

(1.7) *Nicht die Tür ist offen, sondern das Fenster.*

handelt es sich um eine kontrastive Feststellung. Im Beispielsatz ist der erste Teil der Aussage sehr wohl verneint, was einen Kontrast zum zweiten Teil der Aussage bildet.

Negation kann auch dazu beitragen, einen zeitlichen Bezug herzustellen:

(1.8) *Die Tür ist nicht mehr offen.*

drückt aus, dass sich ein Zustand gewandelt hat; die Tür war ursprünglich offen, in der Zwischenzeit gilt dies aber nicht mehr.

Im Gegensatz zu der Linguistik, die sich seit langem mit Negation und ihren Formen, Funktionen und Anwendungskontexten beschäftigt, gewinnt die Behandlung von Negation erst langsam an Bedeutung in der automatischen Verarbeitung von Texten. In Verfahren, die zum Ziel haben, den Inhalt von Texten zu erfassen, wie beispielsweise in Anwendungen zur Informationsextraktion, zum Information Retrieval und Question Answering, dominierte lange eine positivistische Sicht der zu extrahierenden Informationen: eine Suchmaschine berücksichtigt beispielsweise vor allem Begriffe, die in einem bestimmten Text zu finden sind. Ob ein Begriff oder ein Zusammenhang zwar vorkommt, aber in einem negierten Kontext steht, ist weitaus schwerer zu bestimmen.

Dabei ist es für die automatische Verarbeitung von Textinhalten wichtig zu erkennen, was Negation zur Bedeutung beiträgt. Das Verneinen und Markieren von Aussagen durch Negation stellt beim Textverstehen eine wichtige Information dar. Um den Inhalt von Texten zu erfassen ist es nötig, zumindest grob zu unterscheiden, ob die Negation die Bedeutung entscheidend beeinflusst, ob die in den Texten enthaltenen Aussagen als Ganzes verneint sind, ob bestimmte Konzepte negiert sind oder ob durch eine Negation Einschränkungen hinsichtlich der Einstellung des Sprechers, der zeitlichen Gültigkeit oder des vermuteten Wahrheitswerts einer Aussage gemacht werden. Da Negation wichtig für die Bedeutung eines Satzes oder Textes ist und da sie je nach Kontext verschiedene Rollen im Zusammenhang mit dem Inhalt eines Satzes oder Textes spielt, ist zu erwarten, dass die Ergebnisse von automatischen Textanalyse-Verfahren präziser werden, wenn sie Negation und ihre Funktionen einbeziehen.

Bei der Entwicklung von Verfahren zur Informationsextraktion, zum Information Retrieval und zum Text Mining wird Negation bislang wenig beachtet. Die Repräsentation von Textinhalten basiert häufig auf den im Text enthaltenen Schlüsselbegriffen. Diese Vorgehensweise wird als 'Bag-of-Words'-Ansatz bezeichnet. Bag-of-Words-Verfahren wählen die Wörter oder Mehrwortausdrücke aus, die vermutlich den größten Beitrag zur Bedeutung des Textes, in dem sie auftreten, leisten. Von diesen für die Textbedeutung wichtigen Inhaltswörtern unterscheidet man die Stoppwörter, z.B. Funktionswörter wie Präpositionen (*in, aus*), Konjunktionen (*und, oder*) etc., die in vielen Texten unabhängig von der Textbedeutung auftreten. Dabei wird häufig der semantische Gehalt von vermeintlich nicht bedeutungstragenden Funktionswörtern und ihre Rolle im Kontext von Inhaltswörtern nicht berücksichtigt. Dies gilt in vielen Ansätzen auch für Wörter, die eine Negation ausdrücken und somit die in ihrem Kontext durch Inhaltswörter gegebenen Informationen zurücknehmen.

Auch Ansätze, die nicht nur einzelne Wörter oder Mehrwortausdrücke extrahieren, sondern ihnen auch Konzepte und Relationen zuweisen, berücksichtigen Negation häufig nicht. Objekte sowie Relationen zwischen Objekten können in vielen Fällen domänenabhängig und auf der Basis von Hintergrundwissen korrekt identifiziert und kategorisiert werden. In der Informationsextraktion, bei der es zumeist darum geht, Templates zu füllen, werden auch größere Zusammenhänge in Texten gefunden, sofern sie mit den vorgegebenen Templates korrespondieren. Beinahe all diesen Ansätzen liegt jedoch die bereits erwähnte, vereinfachende Sicht auf Information zugrunde: Begriffe, Konzepte, Relationen und Zusammenhänge werden als in Texten entweder vorhanden oder nicht vorhanden betrachtet. Sind sie vorhanden, so werden sie weiterverarbeitet; sind sie nicht vorhanden, so wird der Text oder Textabschnitt ignoriert. Dass ein wichtiger Sachverhalt durch Negation ausgedrückt werden kann, wird dabei zumeist ausgeklammert. Dies führt dazu, dass alle vorkommenden Objekte und Relationen auf dieselbe Weise verarbeitet werden, auch wenn einige von ihnen negiert in Texten auftreten. Auf diese Weise werden möglicherweise Informationen als Ergebnis präsentiert oder weiterverarbeitet, die eben nicht zutreffend sind.

Einen Spezialfall bilden Systeme zur Informationsextraktion und zum Information Retrieval im medizinischen Bereich, indem sie eine Vorreiterstellung in der automatischen Verarbeitung von Negation einnehmen. In medizinischen Texten spielt Negation eine besonders wichtige Rolle, wenn es um Ausschluss und Gewichtung von Einflussfaktoren und Merkmalen geht, beispielsweise in Bezug auf Symptome, Vorerkrankungen und Verhaltensweisen der Patienten. Erst wenn Negation einbezogen wird, ergibt sich das vollständige Bild; umgekehrt kann es zu falschen Interpretationen kommen, die sogar gefährliche Folgen haben können, wenn negierte Begriffe nicht berücksichtigt werden. Hilfreich für die automatische Verarbeitung ist in diesem Fall, dass es sich im medizinischen Bereich um eine eingeschränkte Domäne handelt.

Auch in der Sentiment-Analyse und im Opinion Mining, wo Subjektivität, also Meinungen und Einstellungen, in Texten identifiziert werden, befasst man sich mit Negation. Negationselemente können für subjektive Information Bedeutung mitprägen, indem sie beispielsweise ausdrücken, das etwas gerade *nicht* gefällt, gemocht wird oder stört.

Von den beiden Anwendungen Informationsextraktion aus medizinischen Texten und Sentiment-Analyse/Opinion Mining abgesehen, gibt es bisher wenige Ansätze, die Negation in anderen Be-

reichen untersuchen. Darüber hinaus verarbeiten die meisten Systeme, die Negation einbeziehen, nur englische Texte, wofür die meisten Ressourcen zur Verfügung stehen. Die vorliegende Arbeit hat sich zum Ziel gesetzt, das Phänomen und den inhaltlichen Beitrag der Negation in einer größeren, vielfältigen, nicht-englischen Domäne zu betrachten und Methoden und Techniken zu entwickeln, um Negation, die in diesen Texten vorkommt, automatisch zu verarbeiten.

Für die Behandlung der Negation werden auch Erkenntnisse aus der linguistischen Beschäftigung mit Negationsphänomenen genutzt. Die Beschäftigung mit Negation hat eine sehr lange Geschichte in der Linguistik und Sprachphilosophie. Diese beiden Disziplinen haben vielfältige theoretische und empirische Erkenntnisse zu Bedeutung und Realisierung von Negation hervorgebracht, die bislang kaum in der maschinellen Verarbeitung berücksichtigt werden. Dabei könnten linguistische Ansätze Informationen darüber liefern, wie Negationen allgemein oder sprachspezifisch ausgedrückt werden, in welchem Zusammenhang sie zu anderen sprachlichen Einheiten und zur außersprachlichen Wirklichkeit stehen und welche Funktion sie im Text haben.

Darüber hinaus betrachten linguistische und sprachphilosophische Betrachtungsweisen auch die Unterscheidung zwischen negierter Information auf der Oberfläche, also in der textuellen Struktur, und negierter Information in der zugrunde liegenden Aussage, also im propositionalen Gehalt eines Satzes. Zwischen beiden Ebenen bestehen vielfältige Beziehungen. Dabei kann ein negierter propositionaler Gehalt durch eine nicht negierte Oberflächenstruktur ausgedrückt werden. Umgekehrt kann aber auch eine syntaktisch realisierte Negation auf einen positiven Sachverhalt hindeuten.

Wie erwähnt konzentrieren sich die meisten Informationsextraktions-Systeme auf die textuelle Struktur. Der Schritt von der Oberflächenstruktur zur zugrunde liegenden Bedeutung wird am ehesten in Anwendungen zum Ontology Learning unternommen, wo Lexikalisierungen von Prädikationen extrahiert und weiterverarbeitet werden. Auch hier bietet sich eine Einbeziehung von Negation an, um Prädikationen richtig ableiten zu können.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Ansatz zur automatischen Identifizierung und Annotierung von Negation in Texten beschrieben, der einen Vorverarbeitungsschritt darstellt, dessen Ausgabe von den beschriebenen Anwendungen wie Informationsextraktion, Information Retrieval, Question Answering, Relationsextraktion, Sentiment Analysis, Opinion Mining, Ontology Learning u.a. genutzt werden kann. Das System beruht auf empirischen und theoretischen Erkenntnissen zur Realisierung, Bedeutung und Rolle der Negation. Die Resultate können als Annotierung oder Klassifizierung für weitere maschinelle Verarbeitung in Systemen zur automatischen Interpretation von Textinhalten dienen. Es ist anzunehmen, dass die Einbeziehung von Negation bessere Ergebnisse in Bezug auf die Genauigkeit von Anwendungen wie Information Retrieval, Informationsextraktion und Text Mining erwarten lässt.

Als Beispieldomäne für das Modul zur Negationsverarbeitung dienen deutschsprachige Zeitungstexte. Nachrichtentexte sind sprachlich vergleichsweise vielfältig, enthalten Informationen zu den verschiedensten Bereichen und sind häufig Grundlage für Systeme zur Informationsextraktion. Es wurde eine deutschsprachige Anwendung gewählt, da es bisher nur wenige Ansätze

außerhalb des Englischen gibt. Eine Analyse der deutschsprachigen Phänomene erlaubt einen Vergleich zumindest mit Ergebnissen von Anwendungen für das Englische.

Das Modul zur Behandlung von Negation im Deutschen wurde auf der Grundlage von verfügbaren syntaktisch annotierten Zeitungskorpora entwickelt und sodann auf einem zweiten, rohen Zeitungskorpus angewendet und evaluiert. Die Untersuchung umfasst eine Analyse aller Vorkommen von expliziter Negation in einer Stichprobe. In der Stichprobe wurden Form, Skopus und Funktion der Negationen annotiert. Dies bildet die Grundlage für eine Klassifikation der vorkommenden Negationen. In einem nächsten Schritt wurde ein Modul zur Erkennung und Klassifikation von Negationen entwickelt, das das Klassifikationsschema anwendet und Vorkommen von Negation erkennt. Das System unterscheidet in der Verarbeitung Negation, die nicht direkt zur Satzbedeutung beiträgt (z.B. in Redewendungen), von aussagerelevanter realisierter Negation. Die Negation wird nach ihrer Funktion kategorisiert und mit dem Skopus annotiert.

Bei der Kategorisierung der Negation wird auf linguistische Erkenntnisse zurückgegriffen. Linguistische Ansätze beschreiben Negationsphänomene auf mehreren Ebenen, je nach der Funktion des negierten Satzfragments im jeweiligen Diskurskontext. Diese Einbeziehung von Perspektive, Funktion und Kontext erleichtert die Weiterverarbeitung der negierten Information. Bezieht sich die Negation beispielsweise auf die Sprechereinstellung, so ist diese Information für Opinion-Mining-Ansätze interessant. Ist dagegen der eigentliche propositionale Gehalt verneint, so muss dies in Informationsextraktions- und Information-Retrieval-Systemen berücksichtigt werden, um den Textinhalt besser zu erfassen.

Die Behandlung der Negation in der maschinellen Verarbeitung von Texten muss über den propositionalen Gehalt hinausgehen. Die Kategorisierung und Repräsentation der verschiedenen Funktionen von Negation wirft viele neue, gerade allgemein in der Forschung befindliche Fragestellungen auf, die für die automatische Verarbeitung von Texten wichtig sind. Zur vollständigen Analyse von Negation gehört ein tiefes Verstehen von Textinhalten. Da sich jedoch Textverständnis und Negationsverständnis gegenseitig bedingen, wurde aufgrund der Negationsklassifikation, die auch tiefere Zusammenhänge einfängt, ein Modul entwickelt, das Oberflächenmuster zur automatischen Klassifizierung der Negation nutzt. Dazu gehören die automatische Erkennung von negierten Aussagen, rhetorischer Struktur in Texten und von Sprechereinstellungen, der satzsemantische Beitrag von vermeintlichen Funktionswörtern sowie die Einordnung von Zeitaspekten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die folgenden Kapitel einen Ansatz beschreiben, der in einer ausgewählten Domäne (deutschsprachige Zeitungstexte) alle Vorkommen von expliziter Negation manuell identifiziert und nach ihren Funktionen klassifiziert. Basierend auf den beobachteten Negationselementen und ihren Funktionen werden sodann Methoden zur automatischen Identifikation und Klassifizierung von Negation beschrieben. Die Methoden werden auf einem Testkorpus angewandt und evaluiert. Die Arbeit verfolgt mehrere Ziele. Zum einen wird anhand eines Beispielkorpus untersucht, welche Aspekte von Auftreten, Kontexten und Funktionen von Negation für weitere maschinelle Verarbeitung relevant sind und welche Erkenntnisse aus der linguistischen Analyse dabei genutzt werden können. Insbesondere ist von Interesse, welche Funktionen Negation in natürlicher Sprache einnehmen kann. Vom Beispielkorpus ausgehend

wird ein Mechanismus entwickelt, der Negation, Negationskontexte und Negationsfunktionen automatisch identifiziert. Als Grundlage hierfür dienen Anwendungen, die eine Analyse von Negation einbeziehen, insbesondere Informationsextraktion im biomedizinischen Bereich und in Sentiment-Analyse/Opinion Mining. Während die genannten Systeme im biomedizinischen Bereich jedoch meist nur wenige Negationskontexte und -funktionen berücksichtigen, zielt die vorliegende Arbeit auf eine Analyse aller Instanzen von expliziter Negation in der Domäne der deutschsprachigen Nachrichtentexte ab, wobei für diesen vielfältigen Anwendungsfall der Negationserkennung im Deutschen kaum Ressourcen existieren.

# Beschreibung der Negation in der Linguistik

Zur Behandlung von Negation gibt es in der Linguistik seit langem Untersuchungen zu philosophischen Aspekten, Klassifikationen und Typologien von Negation und ihren textuellen Realisierungen auf verschiedenen Beschreibungsebenen wie Morphologie, Syntax und Semantik. Die Erkenntnisse sind allerdings bisher kaum für automatische Verfahren wie die Informationsextraktion angewendet worden. [47] gibt einen umfassenden Überblick über die Geschichte der Beschäftigung mit Negation seit den Anfängen der Philosophie. Schon Aristoteles und die Stoiker beispielsweise entwickelten unterschiedliche Theorien zu der Frage, ob Negation, die sich auf eine ganze Aussage bezieht, also einen weiten Skopus hat, eher als eigene Prädikation zu betrachten ist oder als ein separates propositionales Verbindungselement. Viele neuere Theorien hingegen sehen Negation als einen Quantor.

Die spätere Beschäftigung mit Negation wird von der Einsicht geprägt, dass sich die absolute Symmetrie zwischen positiven und negativen Propositionen in der Logik nicht in einer vergleichbaren Symmetrie in sprachlicher Performanz und Kompetenz widerspiegelt [47, S. 45-49]. Man kann also nicht davon ausgehen, dass eine eindeutige Entsprechung zwischen negierter und nicht negierter Aussage sowie zwischen negativem und positivem Sachverhalt besteht. Ein Satz, der eine Negation enthält, hat ein positives Gegenstück mit nicht negiertem Aussagewert, wenn man die Negation aus dem Satz entfernt, wie die folgende Gegenüberstellung von zwei Sätzen zeigt.

Negation	Keine Negation (positiv)
<i>Hans hat Maria nicht gesehen.</i>	<i>Hans hat Maria gesehen.</i>

**Abbildung 2.1:** Ableitung eines positiven Satzes aus einem Satz, der eine Negation enthält

Es gibt jedoch viele verschiedene Möglichkeiten, einen positiven Satz zu negieren, da sich Negation auf unterschiedliche Teile des positiven Satzes beziehen kann (Tabelle 2.2).

Keine Negation (positiv)	Negation
<i>Hans hat Maria gesehen.</i>	<i>Nicht Hans hat Maria gesehen.</i> (d.h. eine Person, die nicht Hans ist, hat Maria gesehen)
	<i>Hans hat nicht Maria gesehen.</i> (d.h. Hans hat eine Person gesehen, die nicht Maria ist)
	<i>Hans hat Maria nicht gesehen.</i>

**Abbildung 2.2:** Ableitung von Sätzen mit Negation aus einem Satz ohne Negation

Doch selbst die Ableitung eines positiven Satzes aus einem negativen ist nicht so trivial, wie es auf den ersten Blick in Tabelle 2.1 scheint: Man geht davon aus, dass eine Aussage, die Negation enthält, zumeist markierter oder komplexer ist als ihr positives, dieselbe Situation beschreibendes Gegenstück, vgl. Tabelle 2.3.

Negation	Keine Negation (positiv)
<i>Das Fenster ist nicht geöffnet.</i>	<i>Das Fenster ist geschlossen.</i>

**Abbildung 2.3:** Negierte und nicht negierte Paraphrasen einer Situation

Diese Beziehung zwischen negierten Sachverhalten und ihren positiven Entsprechungen ist seit langem Gegenstand von linguistischer Forschung aus verschiedenen Perspektiven. Die Psycholinguistik zieht empirische Evidenz zur Verarbeitung von Negation als Grundlage für Theorien zur psychologischen Fundierung von semantischen Theorien heran. Die Sprachphilosophie sieht Ambiguitäten in Sätzen mit Negation als Motivation von logischen Präsuppositionen und Wahrheitswerten in semantischen Theorien. Die Korpuslinguistik schließlich betrachtet einige Aspekte des Oberflächenphänomens der Negation als eine spezielle Form der Kollokation. Die Ansätze in der Linguistik, die Negation aus verschiedenen Blickwinkeln untersuchen, versuchen, aus ihren Beobachtungen bezüglich der Negation auf zugrunde liegende allgemeinere, über die Negation hinausgehende Phänomene zu schließen [47, S. 504]. In der Semantik und Pragmatik betrachtet man Negation als Konstante, die direkt zu den Wahrheitsbedingungen einer Aussage beiträgt. Beispielsweise unterscheiden sich die beiden Sätze

(2.1) *In Los Angeles schneit es*

und

## (2.2) *In Los Angeles schneit es nie*

durch die Negation und gleichzeitig die Wahrheitsbedingungen, unter denen die Sätze jeweils zutreffen. Negation wird entweder auf der Ebene der Konstituentenstruktur oder auf der textuellen Ebene der Oberflächenstruktur betrachtet. Im vorigen Beispiel könnte man also sagen, dass *nie* wie ein Adverb die Verbalphrase näher spezifiziert. Auf der anderen Seite ist *nie* ein lexikalisches Element, das in einer gegebenen Situation alle vorstellbaren positiven Situationen (in dem Fall die, dass es in Los Angeles schneit) ausschließt.

Für eine maschinelle Verarbeitung der Negation benötigt man ein Beschreibungsinventar für die verschiedenen Formen und Funktionen, die mit der Realisierung von Negation assoziiert sein können. Das vorliegende Kapitel stellt die verschiedenen Perspektiven vor, aus denen Negation in der Linguistik betrachtet wird, und diskutiert, in wieweit die Ergebnisse für eine maschinelle Behandlung der Negation im Rahmen eines Vorverarbeitungsmoduls genutzt werden könnten. Dabei gilt besonderes Augenmerk den folgenden Fragen:

1. Wurden Klassifikationen von Negationsform oder -funktion entwickelt?
2. Welche Regularitäten wurden in Bezug auf den Skopus, also den Einflussbereich der Negation, festgestellt?
3. Wie wird Negation repräsentiert und kann man die Repräsentationsformate für automatische (Weiter-)Verarbeitung nutzen?
4. Wurden Ressourcen erstellt, die für die maschinelle Verarbeitung hilfreich sein können?

Im folgenden werden zunächst im ersten Teil die Formen beschrieben, die Negation laut linguistischer Analyse auf der Oberflächenstruktur annehmen kann. Im zweiten Teil werden allgemeiner die Ergebnisse der Analyse der Negation aus den verschiedenen Blickwinkeln und auf den unterschiedlichen Beschreibungsebenen diskutiert. Im letzten Abschnitt werden die Anknüpfungsmöglichkeiten angesprochen, die sich zwischen maschinellen Verfahren und den Ergebnissen der linguistischen Analysen ergeben.

## 2.1 Realisierung der Negation

Im Deutschen wie in anderen Sprachen kann Negation durch unterschiedliche sprachliche Elemente im Satz ausgedrückt werden. Negationselemente wie *nicht*, *nie*, *kein* markieren Negation, tragen darüber hinaus aber keine Bedeutung in Bezug auf das Objekt der Negation. Im Deutschen stehen Formen von *kein* in der Regel zu Beginn einer Nominalphrase. Negiert wird normalerweise entweder ein Attribut oder ein Substantiv. *niemand*, *nirgendwo* etc. stehen an der Stelle von Satzgliedern. *nicht* steht häufig im Hauptsatz am Satzende und im Nebensatz unmittelbar vor dem Verb [3]. Der Kontext, auf den sich eine Negation bezieht, ist der Negationsskopos.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie die Negation realisiert und in ihrer Bedeutung verstärkt, abgeschwächt oder verändert werden kann. Dies wird in den folgenden Unterabschnitten beschrieben.

## Negationselemente

Aus linguistischer Sicht kann Negation in den meisten Sprachen durch verschiedene Mittel realisiert werden <sup>1</sup>:

- (a) lexikalisch  
*kein, keine, keine/r, nein, nicht, nichts, nie, niemals, niemand, nirgends, nirgendwo, nirgendwoher, nirgendwohin, keinesfalls, keineswegs (mitnichten)*
- (b) morphologisch  
*un-, des-, -los*  
Beispiele: *unfreundliche, desorientiert, orientierungslos*
- (c) intonatorisch durch Kontrastakzent (in der gesprochenen Sprache)  
Beispiel (aus [17]): Im Satz *Max fährt morgen nicht nach München* kann sich die Negation durch unterschiedliche Betonung auf *Max, fahren, morgen* oder *München* beziehen.
- (d) idiomatisch  
*Das kümmert uns einen Dreck.*

Diese Arbeit konzentriert sich auf lexikalisch realisierte, explizite Negation. Morphologisch realisierte Negation, wie sie zum Beispiel durch die Vorsilbe *un* ausgedrückt werden kann, wird ausgeklammert, da der Ansatz zur automatischen Negationserkennung vor allem darauf abzielt zu verhindern, dass in nachfolgenden Verarbeitungsschritten, die von sich aus keine Negation einbeziehen, Zusammenhänge abgeleitet werden, die durch Negation ausdrücklich ausgeschlossen werden. Morphologisch realisierte Negation dagegen kann in der Regel auch in einem Bag-of-Words-Ansatz korrekt berücksichtigt werden. Beispielsweise drückt *unverheiratet* bereits komprimiert aus, dass jemand *nicht verheiratet* ist. Im Fall von *unverheiratet* muss keine Kontextanalyse durchgeführt werden, im Fall von *nicht verheiratet* dagegen schon.

Idiomatische Negation ist ein relativ seltenes Phänomen, das nur durch die Verwendung einer Liste mit idiomatischen Ausdrücken, die zwar Negation ausdrücken, aber keine Negation in der Oberflächenstruktur aufweisen, behandelt werden kann. Im vorliegenden Ansatz werden zwar idiomatische Ausdrücke aufgenommen, aber nur wenn sie eine explizite Negation enthalten, ungeachtet der Tatsache, ob die zugrunde liegende Bedeutung Negation enthält oder nicht. Intonatorisch ausgedrückte Negation wird nicht behandelt, da die automatische Negationserkennung geschriebene Texte verarbeiten soll.

---

<sup>1</sup>nach [18] und <http://www.canoo.net>

## Skopus

Die Semantik von individuellen Negationselementen beschränkt sich darauf, Negation zu markieren. Durch ihre negative Bedeutung haben Negationselemente keine Entsprechung in den – positiv definierten – Objekten der außersprachlichen Wirklichkeit. Ihre Bedeutung, und ihren Bezug zu dieser außersprachlichen Wirklichkeit, bekommen Negationselemente erst durch ihre Verbindung mit den sprachlichen Elementen, die die Negationselemente negieren, über die also ihr Skopus reicht. In dieser Hinsicht sind Negationselemente mit Quantoren (*alle, jede/r*) vergleichbar.

Im Beispielsatz

(2.3) *Sie isst kein Fleisch.*

negiert *kein* die nachfolgende Nominalphrase *Fleisch*, also steht *Fleisch* im Skopus der durch *kein* ausgedrückten Negation. Im Beispielsatz

(2.4) *Er ärgert sich nicht.*

dagegen steht die Verbalphrase *ärgert sich* im Skopus der Negation *nicht*.

Der Skopus von Negation ist schwer zu bestimmen, wenn er sich auf komplexe Satzkonstruktionen bezieht:

The Scope of negation varies according to the origin of the negative element in the sentence (over the whole, over subordinate complementary structures alone, or only over the word containing the negative element). [58]

Ist ein Satzglied, zum Beispiel eine Nominalphrase, negiert, so bezieht sich die Negation immer auf das Satzglied als Ganzes, auch wenn es aus einer komplexen Struktur, zum Beispiel einer Nominalphrase mit einem Relativsatz, besteht. Das Element *kein* zeigt eine syntaktische Präferenz für Nominalphrasen. Die Skopusvarianz bei *nicht* ist weit höher, da sich der Skopus auf die Verbalphrase beziehen kann, was der aus der Philosophie bekannten Satznegation am nächsten kommt, aber auch auf Adverbialphrasen, Attribute und andere Elemente im Satz:

(2.5) *Er ärgert sich nicht.*

(2.6) *Er ärgert sich nicht sehr.*

(2.7) *Er ärgert sich über seine nicht durchdachte Entscheidung.*

(2.8) *Er ärgert sich über seine nicht sehr kluge Entscheidung.*

Hinweise auf den Negationsskopus geben Wortstellung, Intonation (in der gesprochenen Sprache) und Kontext. Im Deutschen ist ein weiterer Skopus der Normalfall [31]. Ein enger Skopus tritt zum Beispiel auf, wenn *nicht* noch weiter durch *nur* qualifiziert wird. In diesen Fällen löscht die Negation eine Restriktion aus, die durch die auf *nur* folgende Information ausgedrückt wird. Weiterhin gibt es Elemente wie *nirgendwo*, *niemand* etc., die inhaltlich einen Nullwert für einen Satzteil angeben.

Aus morphosyntaktischer Sicht sind die in Tabelle 2.4 gezeigten Kombinationen im Skopus möglich.

Negationselement	grammatischer Skopus
<i>kein</i> <i>kein Mensch</i>	NP
<i>nicht</i> <i>Das weiß ich nicht.</i>	VP
<i>nicht, nicht-</i> <i>nicht gewählte Kandidatinnen</i>	Adjektiv als Bestandteil einer NP oder in Kopulakonstruktion
<i>nicht</i> <i>nicht nur</i>	Adverb
<i>nicht</i> <i>nicht alle</i>	Quantor
<i>niemand</i> <i>Wen hast du gesehen? Niemand.</i> <i>Ich habe niemand gesehen.</i>	VP (auch elliptisch als Antwort auf eine Frage)
<i>nirgendwo</i> <i>Wo soll es heute regnen? Nirgendwo.</i> <i>Es soll nirgendwo regnen.</i>	VP (auch elliptisch als Antwort auf eine Frage)

**Abbildung 2.4:** Skopus aus morphosyntaktischer Sicht

Für unsere Anwendung gehen wir davon aus, dass die Texte, die als Eingabe dienen, nicht in geparster, also syntaktisch annotierter, Form vorliegen. Bei der Informationsextraktion in der relativ wenig eingeschränkten Domäne Zeitungstexte ist meist nur ein partielles Parsing möglich, da syntaktische Strukturen sehr komplex und variabel sein können. Bag-of-Words-Verfahren dagegen zielen auf die Verarbeitung von sehr großen Datenmengen ab; für die Vorverarbeitung ist es daher realistisch, von wenig aufbereiteten Eingabedaten auszugehen. Interessant sind daher allgemein Kontexte von Negationselementen, die einen Skopus darstellen können. Kontexte können lexikalisch oder syntaktisch geprägt sein.

## Verstärkung, Relativierung und Aufhebung von Negation

Nicht zum eigentlichen Skopus, aber zum Umfeld der Negation zählen Negationsverstärkungen. Im Deutschen können Negationselemente mit *gar*, *überhaupt*, *absolut* in unmittelbarem Kontext verstärkt werden:

(2.9) *Sie trinkt überhaupt keine Milch.*

Dazu gibt es den Fall von *nicht einmal*, der die Korrektur der Erwartung ausdrückt, dass wenigstens das Negierte hätte zutreffen müssen:

(2.10) *Sie trinkt nicht einmal Milch.*

Formulierungen dieser Art drücken das Gegenteil von *sogar* aus:

(2.11) *Sie trinkt sogar Milch.*<sup>2</sup>

Ebenfalls der Verstärkung dient die Verwendung von *nicht ein* statt von *kein*:

(2.12) *Sie hat nicht einen Apfel gegessen.*

betont die Negation stärker als

(2.13) *Sie hat keinen Apfel gegessen.*

Relevant für Relativierungen von Negation ist häufig der unmittelbare Kontext von Negationselementen. Zeitliche Beschränkungen werden meist durch vorangestelltes *noch* oder nachgestelltes *mehr* ausgedrückt, wenn die negierte Aussage vor oder nach dem zeitlichen Bezugsrahmen eingeordnet werden soll:

(2.14) *Sie hat noch keinen Apfel gegessen.*

und

(2.15) *Sie hat keinen Apfel mehr gegessen.*

---

<sup>2</sup><http://www.canoo.net>

drücken aus, dass der Wahrheitswert einer Aussage, zu dem die Negation beiträgt, durch einen bestimmten zeitlichen Rahmen relativiert ist.

Die Bedeutung von doppelter Negation ist sprachabhängig. Im Italienischen beispielsweise wird einfache Verneinung häufig durch zwei Negationselemente ausgedrückt:

(2.16) *Maria non ha visto nessuno.* (*Maria hat nicht niemanden gesehen.*, 'Maria hat niemanden gesehen.')

Ähnlich der doppelten Negation in der Logik hebt sich im standarddeutschen Sprachgebrauch eine doppelte Verneinung auf und wird in der Regel als positive Aussage interpretiert:

(2.17) *Es gibt keinen Grund, es nicht zu versuchen.* ('Man sollte es versuchen.')

Es ist allerdings eine grammatische Frage, welche Kontexte und sprachlichen Mechanismen die Aufhebung der Negation durch doppelte Negation bewirken können [83].

### **Negation als Bestandteil einer Kollokation**

Negation tritt jedoch nicht nur in freien Kontexten auf, in der die Teile in Summe die Bedeutung eines Ausdrucks ausmachen, sondern auch in mehr oder weniger festen Redewendungen oder Kollokationen. In der Korpuslinguistik wurden für die Erkennung und Extraktion von Kollokationen verschiedenste Verfahren entwickelt. Als Kollokationen bezeichnet man Einheiten, die in verschiedenen Umgebungen vermehrt gemeinsam auftauchen, weil sie semantisch in Beziehung stehen<sup>3</sup>. Redewendungen sind besonders etablierte Formen von Kollokationen. Kollokationen und Redewendungen sind stark lexikalisiert und teilweise als Kombination von Lexemen mit einer festgelegten Bedeutung ins Lexikon einer Sprache übergegangen. Damit verbunden sind häufig die beiden folgenden Merkmale:

- eine reduzierte Kompositionalität der Bedeutung: die Bedeutung der Einzelglieder schon zugunsten der Bedeutung des Gesamtausdrucks verblasst
- eine Erstarrung der Struktur: Variationen des Ausdrucks sind nicht mehr möglich.

Kollokationen und Redewendungen, die Negationselemente enthalten, sind so stark lexikalisiert, dass die positive Verwendung in vielen Fällen unüblich geworden ist, falls sie jemals gebräuchlich gewesen sein sollte. Somit ist das Negationselement ein integraler Bestandteil der Kollokation. Beispielsweise kann man zwar sagen:

---

<sup>3</sup>Zum Kollokationsbegriff vgl. z.B. <http://wortschatz.uni-leipzig.de/html/faq/koloka.html>

(2.18) *Du hast ja nicht mehr alle Tassen im Schrank*

während

(2.19) *Er hat alle Tassen im Schrank*

unüblich<sup>4</sup>ist.

Ähnliches gilt für *kein Meister vom Himmel gefallen* oder *keinen Pfifferling wert*.

[63, 64] greifen lexikalisierte negative Kontexte auf und beschreiben einen Ansatz zur automatischen Extraktion von Negationselemente enthaltenden lexikalischen Strukturen aus Korpora geschriebener deutschsprachiger Texte. Dabei gehen sie von Negative Polarity Items (NPI) aus. NPIs sind sprachliche Elemente, aus einem oder mehreren Wörtern bestehend, die häufig zusammen mit negativen Kontexten auftreten. Diese Definition ist allgemeiner als die der Kollokationen, denn hier werden alle Wörter betrachtet, die in beliebigem Kontext, aber eben häufig mit Negation auftreten. Teilweise sind diese Präferenzen lexikalisch begründet. Ein Beispiel hierfür ist das Paar *sonderlich* versus *besonders*: von der Bedeutung her sind die beiden Begriffe vergleichbar, doch zeigt *sonderlich* eine Affinität zu negativen Kontexten, während *besonders* in negativen und positiven Kontexten gleichermaßen auftreten kann. Neben diesen lexikalischen Faktoren gibt es jedoch auch semantische Aspekte, die ein Wort zu einem Negative Polarity Item machen können. Einige Negative Polarity Items drücken ein semantisches Merkmal aus, das mit 'downward entailing' umschrieben wird, indem ein Kontext nicht ausdrücklich negiert, sondern vielmehr eingeschränkt wird. Beispiele hierfür sind Negative Polarity Items wie *höchstens* oder *kaum*.

(2.20) *Das hat höchstens eine Stunde gedauert.*

(2.21) *Das hat kaum eine Stunde gedauert.*

In dem beschriebenen Verfahren zur Extraktion von Negative Polarity Items und ihren Kontexten werden für die Extraktion von Kollokationen entwickelte Methoden angewendet. Dabei geht man davon aus, dass zwischen dem Negative Polarity Item und der damit verbundenen Negation eine ähnliche Beziehung besteht wie zwischen dem Kernphrase einer Kollokation und dem Umfeld. In beiden Fällen sagt man vom linguistischen Standpunkt aus, dass der Kontext (im Fall der Negative Polarity Items also die Negation) den eigentlichen Kern (im Fall der Negative Polarity Items also die NPIs selbst) 'lizenziert'.

Für das Englische und das Niederländische ist das Inventar an Negative Polarity Items gut dokumentiert. Die von [63, 64] beschriebene Extraktion von NPI-Kandidaten hat das Ziel, auch für

---

<sup>4</sup>Grammatisch fragwürdige Konstruktionen werden in der Linguistik durch ein vorangestelltes hochgestelltes Fragezeichen gekennzeichnet.

das Deutsche eine Liste mit möglichen NPIs zu erstellen. Als Korpus wurde das “Tübingen Partially Parsed Corpus of Written German (TüPP-DIZ)” verwendet, das aus 5.9 Millionen Sätzen aus der Tageszeitung taz besteht und das Informationen zu Lemmatisierung, Wortkategorien und Phrasengrenzen enthält.

NPIs können in allen Wortkategorien auftreten: als Verben (beispielsweise *wahrhaben*, *scheren*), als Adjektive oder Adverben (*sonderlich*) oder als Substantive (*Menschenseele*). Verbale und adjektivischen NPIs müssen im direkten Skopus des negativen Element stehen; im Deutschen darf kein regulärer Quantifizierer zwischen Negation und negierter Information stehen, wie der folgende, ungrammatische Satz zeigt:

(2.22) <sup>?</sup> *Das ist kein sonderlich einigermaßen gutes Ergebnis.*

Die extrahierten Strukturen werden ausgezählt und gereiht. Für jedes Lemma, also jede Stammform, wurde berechnet, wie oft das Lemma insgesamt und in Sätzen mit einem lizensierendem, also negativen, Kontext vorkommt. Als Skopus wird dabei das Satzumfeld genommen, mit dem Negation vorkommt, allerdings ohne eingebettete Sätze. In Fällen, in denen sich der Skopus auf den eingebetteten Satz bezieht, wird dieser markiert. Als Maß zur Bewertung und Reihung der Lemmata wird der Context Ratio verwendet, welcher den Informationsgehalt bemisst, über den die beteiligten Wahrscheinlichkeitsverteilungen wechselseitig verfügen:

$$CR := \frac{N_{lic}}{N} \quad (2.23)$$

Der Context Ratio beschreibt das Verhältnis von lizensierten Vorkommen eines Lemmas  $N_{lic}$  gegenüber allen Vorkommen  $N$ . Auf diese Weise werden auch komplexe NPIs wie zum Beispiel *nicht alle Tassen im Schrank haben* gereiht. Von den resultierenden Ketten von Lemmata werden 2000 relativ häufig vorkommende Kandidaten ausgewählt. Es entsteht eine Liste mit Kontexten, die ausschließlich negativ vorkommen [97]. Diese Liste ist kein vollständiges Verzeichnis der NPIs im Deutschen, da die Methode nicht alle Vorkommen erfassen und eindeutig einordnen kann. Dennoch ist sie ein Hilfsmittel für die Klassifizierung von Negationen, da auf diese Weise Redewendungen erkannt werden können.

Die kompositionale Sicht von Wörtern und ihren Bedeutungen, die Informationsextraktion zwangsläufig verfolgt, ist kaum durchzuhalten, wenn größere Bedeutungseinheiten auftreten, bei denen sich die Bedeutungen nicht eindeutig aus der Summe der Bedeutungen ihrer Bestandteile ergeben. Entsprechend schwer ist es, Negationen zuzuordnen und ihre Funktion zu bestimmen. Diese Bedeutungseinheiten sind nicht sehr variabel, und sie sind keinen großen Veränderungen unterworfen. Wenn diese Bedeutungseinheiten bekannt sind, so kann man sie bei der Informationsextraktion, wo es um die Bestimmung relevanter Textbestandteile geht, gesondert behandeln. Hilfreich wäre eine Annotation mit einer Übersetzung in eine einfacher zu verarbeitende Formulierung, doch ist auch dies zumeist nur mit Weltwissen möglich, z.B. um zu beurteilen, dass *keinen Pfifferling wert* bedeutet, dass etwas *nichts wert* oder *wenig wert* ist.

Die Extraktion von Kollokationen und Negative Polarity Items und ihrem Kontext bietet einige Parallelen zur Extraktion von Negationselementen und der Zuweisung des Skopus und kann für die Entwicklung von Methoden zur Bestimmung von negierten Kontexten bei Negationen hilfreich sein.

## 2.2 Negationsfunktionen

Die in der Linguistik meistuntersuchte Funktion der Negation ist die Negation einer Aussage. Negation kehrt die Wahrheitsbedingungen um, unter denen eine Aussage zutrifft. Satznegation ist im Spracherwerb von Kindern die am häufigsten gebrauchte Variante von Negation [9].

Gunnil Tottie [107] untersuchte erstmals Negation in einem großen Korpus. Basierend auf dem Auftreten von Negation in geschriebenen und gesprochenen englischen Texten entwickelte sie eine Klassifikation der linguistischen Funktion von Negation, indem sie die Pragmatik der Negation deskriptiv und quantitativ beschrieb. Dabei stellte sie fest, dass Negation in den Korpora gesprochener Sprache mehr als doppelt so häufig vorkommt wie in den geschriebenen. Dieses Phänomen führt sie direkt auf die Funktion der Negation zurück: für sie lässt sich Negationsfunktion in die zwei Haupttypen REJECTION und DENIAL aufteilen. REJECTION bezeichnet das Zurückweisen eines Vorschlags, während DENIAL sich auf die implizite oder explizite Negierung einer Aussage bezieht. Nach Tottie kommen in der gesprochenen Sprache so viele Negationen vor, weil die Interaktion in Gesprächen häufig Vorschläge und ihre Zurückweisung beinhaltet. Zudem beobachtet sie in den Daten, dass Negation häufig mit Verben auftritt, die mentale Prozesse beschreiben, wie zum Beispiel *denken*, *wissen*.

## 2.3 Beschreibungsebenen

Wenn Negation in einem Satz vorkommt, so beeinflusst dies verschiedene linguistische Beschreibungsebenen. Morphologie und Lexik, Syntax, Semantik und Pragmatik spielen eine Rolle in der Realisierung von Negation. Bei gesprochenen Texten kommt noch die Intonation hinzu. Um die Typologie von Negation zu untersuchen, Negationselemente zu identifizieren und den Skopus sowie die Funktion von Negation zu bestimmen, müssen also verschiedene Beschreibungsebenen beachtet werden.

Nach [87] kann jede Sprache die Negation von Aussagen ausdrücken: einer Proposition wird ihr negatives Komplement zugewiesen, also die Menge der Situationen, in denen die Proposition nicht wahr ist. Komplex ist die Beschreibung der Relation zwischen negierter oder nicht negierter Oberflächenstruktur und negierter oder nicht negierter zugrunde liegender Aussage, repräsentiert beispielsweise als propositionaler Gehalt. Die Nominalphrasen *geöffnetes Fenster* und *nicht geschlossenes Fenster* sind von der Oberflächenstruktur her unterschiedlich, aber von der zugrunde liegenden Bedeutung gleich. Die Frage ist, wie man die Bedeutung repräsentiert. Während philosophische Ansätze zumeist die Oberfläche als direkte Projektion des zugrunde

liegenden Gehalts vereinfachen, untersuchen linguistische Ansätze die komplexen Beziehungen zwischen den beiden Ebenen. Oftmals orientiert man sich dabei an der keine Negation enthaltenen Aussage sowie dem positiven Sachverhalt und betrachtet Negationen sowohl auf der Ebene der Oberflächenstruktur also auch auf der des propositionalen Gehalts als Korrektur oder Zurückweisung von Erwartungen, die einer positiven Aussage zugrunde liegen. Im in Tabelle 2.3 genannten Beispiel würde man also davon ausgehen, dass der keine Negation enthaltene Satz

(2.24) *Das Fenster ist geschlossen.*

eine neutrale Sichtweise ausdrückt, während die Negation enthaltende Formulierung

(2.25) *Das Fenster ist nicht geöffnet.*

eine Zurückweisung oder Korrektur der bei den Textrezipienten vorhergehenden vorausgesetzten Annahme darstellt, das Fenster sei geöffnet.

## Logik und Grammatik

Die logische Sicht der Negation betrachtet Negationselemente als einstellige Partikel, die den Wahrheitswert einer Aussage umkehren [18]. Als Negation wird dabei sowohl das Negationselement als auch die negierte Aussage bezeichnet. Die Negation

$$\neg \tag{2.26}$$

einer Aussage  $p$ , also

$$\neg p \tag{2.27}$$

ist genau dann wahr, wenn  $p$  falsch ist und umgekehrt. *Tokio ist die Hauptstadt von Japan* ist also genau dann wahr, wenn *Tokio ist nicht die Hauptstadt von Japan* falsch ist [18]. Formale Logik interessiert sich immer für das Zusammenspiel von Negation und der Aussage als Ganzes, betrachtet also beinahe ausschließlich die Satznegation. Diese Art von Negation kann umschrieben werden als *Es ist nicht der Fall dass ...*

Die natürlichsprachliche Negation bezieht sich dagegen meist auf die Negation von Konstituenten wie Prädikationen, Subjekt, Objekt oder Adverbialphrasen [18]. Aus grammatischer Sicht sind Negationen in der Phrasenstruktur realisiert. Eine Satznegation, wie sie in der formalen Logik fast ausschließlich vorkommt, ist in der natürlichen Sprache eher die Ausnahme und tritt zumeist in Aussagesätzen mit Kopulakonstruktionen auf, also ausgedrückt mit Formen von *sein*, wie etwa im Satz

(2.28) *Elizabeth ist nicht Königin.*

oder mit der schon zitierten Einleitung

(2.29) *Es ist nicht der Fall dass ...*

Formal werden nach [17] drei Negationstypen unterschieden:

- (a) interne (auch: starke) Negation, die Grundform der natürlichsprachlichen Negation  
*Der König von Frankreich ist nicht glatzköpfig.*
- (b) externe (auch: schwache) Negation, die der logischen Negation entspricht, aber umgangssprachlich nur unter besonderen Umständen gebräuchlich ist  
*Es ist nicht der Fall/es trifft nicht zu, dass p.*
- (c) Kontrast-Negation (auch lokale Negation), die man als eine pragmatische Variante der starken Negation unter (a) beschreiben kann, insofern Akzent und entsprechende Korrektursätze für den Negation-Skopos maßgeblich sind  
*Der König von Frankreich ist nicht glatzköpfig, sondern Brillenträger.*

Während das Negationselement *nicht* globale Aspekte eines Satzes negiert, können in vielen Fällen Negationswörter als Negierung eines bejahten Begriffs beschrieben werden:<sup>5</sup>

- Person  
*Ich sehe niemanden* als Gegensatz zu *Ich sehe jemanden.*
- Objekt  
*Ich sehe nichts* als Gegensatz zu *Ich sehe etwas.*
- Zeit  
*Ich habe ihn nie kennengelernt* als Gegensatz zu *Ich habe ihn (einmal) kennengelernt.*
- Ort  
*Er hat es nirgendwo versteckt* als Gegensatz zu *Er hat es irgendwo versteckt.*
- Herkunft  
*Er kommt nirgendwoher* als Gegensatz zu *Er kommt irgendwoher.*
- Unbestimmter Artikel  
*Er liest kein Buch* oder *Er liest keine Bücher* als Gegensatz zu *Er liest ein Buch* oder *Er liest Bücher.*

---

<sup>5</sup><http://www.canoo.net>

Linguistische Schulen verwenden unterschiedliche Repräsentationen der Phänomene auf den verschiedenen Beschreibungsebenen und der Interaktion der Ebenen. [4] beschreiben einen Ansatz, der sich auf Negation in französischen Aussagesätzen mit Skopus über den ganzen Satz konzentriert. Sie betten die Analyse der Negation in die Diskursrepräsentationstheorie [51] ein. Die Diskursrepräsentationstheorie repräsentiert Textinhalte über eine Kombination von Inhaltsrepräsentationen mit Wahrheitsbedingungen. Jeder Satz wird in Bezug auf einen vorgegebenen Kontext interpretiert und trägt zur Interpretation der nachfolgenden Sätze bei. [4] untersuchen die Frage, ob die Negation bezogen auf einen Satz ein positives Ereignis ('event') negiert oder ob die Negation ein eigenständiges Ereignis beschreibt. Zur Illustration sollen vier Satzpaare dienen [51]:

- (2.30) a) *Mary looked at Bill. He smiled.*  
 'Mary sah Bill an und er lächelte.'
- b) *Mary looked at Bill. He was smiling.*  
 'Mary sah, dass Bill lächelte.'
- c) *Mary looked at Bill. He didn't smile.*  
 'Mary sah Bill an, und er lächelte nicht.'
- d) *Mary looked at Bill. He wasn't smiling.*  
 'Mary sah, dass Bill nicht lächelte.'

Ausgehend von der englischen Grammatik lässt sich Satzpaar a) nur so interpretieren, dass Bill als Reaktion lächelte, als Mary ihn ansah. In b) hatte er schon begonnen zu lächeln, bevor sie ihn ansah, was durch die Verwendung der Verlaufsform ausgedrückt wird. So beschreiben die beiden Satzpaare in a) und b) unterschiedliche Ereignisse. Intuitiv drücken die Satzpaare c) und d) mit Negation denselben Gegensatz aus, nur eben in negierter Form: Sie sah ihn an, und daraufhin lächelte er nicht als Reaktion – gegenüber der Situation, dass er schon vorher nicht gelächelt hatte.

Ein spezieller Fall ist Negation, wenn sie bezogen auf die Sprechereinstellung auftritt. Hier kann sie nur als Teil des propositionalen Gehalts angenommen werden, wenn man die Sprechereinstellung mit zur Aussage rechnet. In vielen Ansätzen wird aber zwischen dem eigentlichen propositionalen Gehalt und der Sprechereinstellung, die auch den Sprechakt kennzeichnet, unterschieden. Auch hier kann die Sprachwissenschaft auf philosophische Ansätze zurückgreifen, denn die epistemische Philosophie beschäftigt sich gerade mit der Formalisierung der Relation zwischen Sprechereinstellungen und assoziierten Aussagen; die philosophischen Ansätze gehen von einer strikten Einheit von Oberflächenform und zugrunde liegender Bedeutung aus, während linguistische Ansätze auf beiden Ebenen unterschiedliche Strukturen behandeln. Wie beim propositionalen Gehalt kann man die Negation auch hier als Korrektur von Erwartungen betrachten. Beim Satz

(2.31) *Ich kann nicht glauben, dass er ein guter Präsident sein wird.*

wird die zugrunde liegende (und vielleicht von anderen geteilte) Erwartung zurückgewiesen, dass die betreffende Person voraussichtlich als Präsident eine gute Figur machen wird.

Bei Negationselementen, die Kollokationen, festen Syntagmen oder Redewendungen enthalten, spielt die Negation keine besondere bedeutungskonstituierende Rolle, und entsprechend kann man nicht davon ausgehen, dass mit der Negation ursprünglich vorhandene Erwartungen korrigiert werden. Der Satz

(2.32) *Es ist noch kein Meister vom Himmel gefallen.*

hat keine wörtliche positive Entsprechung. Zwar wird auch hier eine gewisse Erwartung zurückgewiesen (dass etwas schnell gelernt werden kann), doch ist die Negation selbst Bestandteil des Ausdrucks. Die Funktion der Negation ist in solchen Fällen also nicht mit ihrer Rolle im propositionalen Gehalt oder bezüglich Sprechereinstellungen vergleichbar.

Negationswörter können nach ihrer Funktion in Satzäquivalente, Pronomen, Adverbien oder Negationspartikeln, Modifikatoren für Attribute, Artikelwörter und Abtönungspartikeln unterschieden werden<sup>6</sup>:

- Satzäquivalente, meist durch *nein* ausgedrückt, sind eine satzwertige negative Antwort auf eine Entscheidungsfrage: zum Beispiel *Kannst Du schwimmen? - Nein*. Negationselemente wie *keinesfalls*, *auf keinen Fall*, *keineswegs* dienen der Verstärkung und können auch allein stehen.
- Pronomen stehen als Subjekt oder Objekt. Mit den negierten Pronomen werden Personen oder Objekte verneint: *Wir haben nichts gesehen*.. Diese Negationen können auch eingeschränkt sein: *Wir haben nichts Besonderes gesehen*.
- Adverbien oder Negationspartikeln treten als Adverbialbestimmung auf und können sich auf zeitliche, örtliche (inklusive Richtung und Herkunft) und allgemeine Aspekte beziehen: *Ich habe ihn nie gesehen*. *Ich habe ihn nirgendwo gesehen*. *Ich habe ihn nicht gesehen*.
- Als Modifikator für Attribute kann *nicht* auftreten. In diesen Fällen reicht der Skopus nur über das folgende Attribut: *der nicht negierte Satz*.
- Als Artikel tritt *kein* auf: *Er hat kein Geld*..
- Als Abtönungspartikel hat *nicht* keine eigentliche negative Bedeutung (z.B. in *Was hat er nicht alles gemacht*) und tritt häufig in Fragen oder Ausrufen auf.

---

<sup>6</sup><http://www.canoo.net>

Eine Sonderform sind kontrastierende Verneinungen. Hier wird ein Satzteil besonders hervorgehoben, wodurch ein klarer Kontrast zur positiven Variante der Aussage entsteht. Eine kontrastierende Verneinung wird in der geschriebenen Sprache häufig durch eine besondere Wortstellung, in der gesprochenen Sprache durch eine besondere Betonung gekennzeichnet:

(2.33) *Er hat nicht mich gesehen.*

als kontrastierende Verneinung, während

(2.34) *Er hat mich nicht gesehen.*

die unmarkierte Variante darstellt. Der Kontrast kann sich auf Satzglieder, Teile von Satzgliedern, Wörter oder sogar Teile von Wörtern beziehen. [118] beispielsweise gehen für das Deutsche von einer Unterteilung der Negationsfunktionen in pauschale und kontrastierende Negation aus. [30] schlägt eine Typologie von funktionalen Negationsformen vor, die auch gesprochene Sprache und Dialoge berücksichtigt. Hier kann Negation auch einen Widerspruch zu vorher Gesagtem oder Geschriebenem ausdrücken.

## **Psycholinguistik**

Psycholinguistische Forschung zur Negation untersucht, welche mentalen Repräsentationen bei Hörern, Sprechern, Lesern oder Autoren von Texten während der Rezeption und Produktion von Negation angelegt werden. [52] gibt einen Überblick über die Erkenntnisse zum Verstehen von Negation. Ein Satz mit einem negierten Prädikat wie zum Beispiel

(2.35) *Die Tür ist nicht auf.*

impliziert demnach zwei mentale Situationen: den negierten Zustand ('Tür ist auf') und den tatsächlichen Zustand ('Tür ist nicht auf'). Ein negierter Satz macht nicht nur Aussagen über einen Zustand, sondern auch über Erwartungen hinsichtlich des Zustands. [52] beschreibt einen Versuch, der die Erwartungen untersuchen soll: Versuchspersonen werden Bilder von Zuständen gezeigt, und sie sollen dann entscheiden, welche dargestellten Situationen am ehesten ihrer gegenwärtigen mentalen Situation entsprechen. Im Beispielsatz ist der erwartete Zustand der, dass die Tür auf ist. Durch die Negation wird ausgedrückt, dass diese Erwartung in dem Fall nicht der realen Situation entspricht. Man kann daraus folgern, dass umgekehrt, wenn von einer üblicherweise zu erwartenden geschlossenen Tür und tatsächlich offenen Tür auszugehen ist, dies durch den Satz

(2.36) *Die Tür ist nicht offen.*

eher als durch den Satz

(2.37) *Tür ist geschlossen.*

ausgedrückt würde.

[52] und andere haben in Experimenten gezeigt, dass bei der Verarbeitung von Negation im Sprachverstehen typischerweise ein bestimmter zeitlicher Ablauf eingehalten wird, währenddessen sich die mentalen Repräsentationen schrittweise wandeln. Beim Verstehen eines negierten Satzes mit einem negierten Prädikat werden zunächst die im Satz enthaltenen Objekte in die mentale Repräsentation der Situation integriert, dann wird eine positive Repräsentation der eigentlich negierten Situation erzeugt, im nächsten Schritt wird diese Repräsentation 'verworfen', weil sich die Erwartung eben nicht erfüllt. Als nächstes wird eine neue Situationsrepräsentation erzeugt, und je nach zur Verfügung stehenden Ressourcen, falls also beispielsweise genug Zeit ist, werden auch Inferenzen durchgeführt, um mit einer passenden Repräsentation den tatsächlichen Sachverhalt (beispielsweise der geschlossenen Tür) darzustellen.

Diese Ergebnisse zeigen, dass es im Textverstehen wichtig ist, sowohl die Negation zu erkennen als auch die Situation, auf die sich die Negation bezieht. In den psychologischen Ansätzen zum Sprachverstehen ist weniger der Skopus von Interesse; vielmehr ergibt sich eine dreifache Situationsrepräsentation: zum einen gibt es den Sachverhalt ohne Negation, also die erwartete Situation, dann gibt es den negierten Sachverhalt, also die tatsächliche Situation, und schließlich den Sachverhalt, der aus dem negierten erwarteten Sachverhalt folgt. Um eine adäquate Repräsentation der Negation und des negierten Sachverhalts zu erzielen, muss in der Informationsextraktion die Negation samt der negierten Situation bestimmt werden. Wünschenswert wäre noch eine Ableitung der resultierenden Situation ohne Negation, allerdings sind dazu Schlüsse notwendig, für die eine Einbeziehung von Weltwissen gebraucht wird. Da in den meisten Fällen keine Repräsentation des nötigen Hintergrundwissens verfügbar ist und da die Schlüsse je nach Kontext, Domäne oder Anwendung unterschiedlich sein können, werden bei automatischen Verfahren zur Negationserkennung zumeist nur Negationselemente und deren Skopus identifiziert.

## **Satzsemantik und Textlinguistik**

In der Satzsemantik wird die Bedeutung eines Satzes unter Zuhilfenahme von Mechanismen der Prädikatenlogik und der Sprechakttheorie beschrieben [89]. Bei komplexeren Sätzen werden auch Relationen einbezogen, mit denen man inhaltliche Verbindungen zwischen zwei Satzstücken modellieren kann. In satzsemantischen Analysen werden Werkzeuge aus anderen linguistischen Disziplinen genutzt, die sich mit der Bedeutung von Satzkonstituenten beschäftigen, um zu untersuchen, in wieweit die Konstituenten eines Satzes zu seiner Bedeutung beitragen. Die Satzsemantik vertritt zumeist allerdings nicht eine strikt kompositionale Sicht der Bedeutung, sondern berücksichtigt auch nicht-kompositionale Aspekte, wie stilistische oder kommunikative Faktoren. Die Satzsemantik steht zwischen deskriptiver Linguistik, die nur sprachliche

Strukturen beschreibt, Stilistik, Rhetorik und Sprachkritik. Die Bedeutung wird als in der Tiefenstruktur angesiedelt betrachtet, die mit der Oberflächenstruktur zwar naturgemäß in einer Verbindung steht; jedoch sind häufig viele komplexe Interpretationsschritte nötig, um eine Repräsentation der Satzbedeutung ableiten zu können.

Für die satzsemantische Interpretation der Satzbedeutung können verschiedene Beschreibungsparadigmen beziehungsweise Repräsentationsmöglichkeiten herangezogen werden. Eine Form der Repräsentation der Bedeutung von Sätzen oder Teilsätzen, die Ansätzen der Wissensrepräsentation in Philosophie und Informatik nahe kommt, ist die Ebene der Prädikation. Dabei dient die Prädikation, die in der Oberflächenstruktur des Satzes als Verbprädikat, aber auch als Attribut- oder Substantivprädikat realisiert sein kann, als Beschreibung des Aussagekerns. Prädikationen können ein- oder mehrstellig sein.

Die Satzsemantik geht nach [89] davon aus, dass sich die Satzbedeutung auf der Ebene der Prädikationen durch die folgenden Aspekte darstellen lässt:

- Prädikat, Prädikation oder Aussagekern bezeichnet alternativ die Art der Aussage, die über den Textinhalt getroffen wird. Der Terminus Prädikat ist aus der Prädikatenlogik entlehnt. Traditionell wird die Prädikation durch das Verb ausgedrückt. Durch die zunehmende Komprimiertheit in der Sprache nehmen jedoch auch Substantive und Adjektive Prädikationsfunktionen wahr.
- Die Referenz- oder Bezugsobjekte bezeichnen die Entitäten, auf die die Prädikation Bezug nimmt. Art und Anzahl der Bezugsobjekte werden durch die Valenz der Prädikation vorgegeben. Die Referenz- und Bezugsobjekte verankern die Prädikation im sprachlichen und situationellen Kontext, indem sie beispielsweise Akteure und Zeit- oder Ortsangaben benennen.
- Quantifizierungen der Bezugsobjekte bezeichnen analog der Prädikatenlogik, auf welche Bezugsobjekte aus der Menge aller Bezugsobjekte die Prädikation zutrifft.
- Semantische Satzverknüpfungen stellen die verschiedenen satzwertigen Teile eines Satzes in eine Beziehung.

Negation in Prädikationen kann sich entweder auf die gesamte Prädikation oder auf eine der Angaben der semantischen Rollen beziehen. Das bedeutet, dass entweder die gesamte Aussage negiert wird oder nur die Aussage in Bezug auf eine einzelne Information in den Angaben. Der Satz

(2.38) *Sie sieht mich nicht.*

beispielsweise lässt sich durch die Prädikation

(2.39) *NICHT sieht(sie, mich)*

darstellen.

Auch in der Satzsemantik geht man generell davon aus, dass Negation das, worauf sie sich bezieht, 'markiert', also hervorhebt [89]:

Wenn der Wahrheitswert einer Aussage ausdrücklich angegeben oder sie verneint wird, muß irgendein Anlaß und/oder Motiv dazu vorliegen, den/das man zum richtigen Verständnis berücksichtigen sollte.

Diese Beobachtung ergibt sich aus der sprachlichen Ökonomie und den Griceschen Konversationsmaximen [40], da man davon ausgeht, dass Textproduzenten ihren sprachlichen Beitrag relevant und nur so informativ wie nötig und nicht überinformativ gestalten.

Für die Interpretation sind hier zwei Aspekte interessant. Zum einen kann also Negation eine Aussage markieren, indem – wie schon beschrieben wurde – eine Erwartung, die sich im propositionalen Gehalt der Aussage widerspiegelt, zurückgenommen wird. Als zweites kann die Negation die Einschätzung des Wahrheitswerts betreffen. Im folgenden zwei Beispiele:

- (2.40)
- Negation in ausdrücklicher Einschätzung des Wahrheitswerts einer Aussage  
*Ich glaube nicht, dass ...*
  - Negation in Aussage  
*Er ist nicht dumm.*

Nützlich ist die auf die Einbeziehung der Pragmatik ausgerichtete Perspektive der Satzsemantik, indem beispielsweise auch die Sprechereinstellung zum Gesagten in die Analyse einbezogen wird. Zudem werden stilistische Faktoren berücksichtigt, wie zum Beispiel die häufige Verwendung des Stilmittels Litotes, des 'uneigentlichen Ausdrucks' (*nicht hässlich* statt *schön* oder *nicht uninteressant* als doppelte Litotes [89]). Die Litotes ähnelt der doppelten Verneinung, wobei im geschriebenen Standarddeutschen Litotes häufig und doppelte Verneinungen seltener vorkommen. Eine Sonderform sind Kombinationen von verneintem Hauptsatz mit verneintem Nebensatz, der eine Bedingung ausdrückt: *Ich höre nicht auf, bevor ich nicht alles beschrieben habe.*<sup>7</sup>

## Rhetorische Struktur

Linguistische Ansätze, die sich mit der rhetorischen Struktur von Texten beschäftigen, untersuchen, wie Inhalte im Textverlauf entwickelt werden. Daher liegt der Fokus auf relativ großen, satzübergreifenden textuellen Einheiten, aber häufig sind auch Bestandteile eines Satzes durch rhetorische Relationen miteinander verbunden. Da es darum geht zu beschreiben, wie verschiedene inhaltliche Elemente miteinander in Beziehung gebracht werden, sind die verbindenden

---

<sup>7</sup><http://www.canoo.net>

Elemente von Textpassagen von besonderer Bedeutung. Rhetorische Relationen sind nicht immer explizit markiert; in vielen Fällen können sie nur mit Hilfe von Kontext- und Weltwissen erschlossen werden. Hinweise auf rhetorische Relationen geben vor allem Partikeln. Dazu gehören die Grad-, Fokus-, Negations-, Abtönungs-, Gesprächs- und Ausdruckspartikeln.

Negationspartikeln können also wie andere Partikeln Indikatoren für rhetorische Relationen sein, die zwischen zwei Textstücken bestehen. Die Inventare von rhetorischen Relationen sind linguistisch fundiert [69, 7], daher erfolgt die Zuweisungen der rhetorischen Relationen zu Textstücken aufgrund von linguistischem Wissen. [99] beschreiben einen Ansatz zur Generalisierung von Zuweisungen mittels Methoden des maschinellen Lernens. Aus von menschlichen Experten manuell annotierten Korpora werden Daten erzeugt, die als Grundlage für Systeme zur automatischen Klassifikation von rhetorischen Relationen dienen können. Im Fall von rhetorischen Relationen, die durch eindeutige Partikel oder sonstige Formulierungen gekennzeichnet sind, orientiert man sich an diesen sprachlichen Elementen. Wenn beispielsweise ein Satz mit *Insgesamt* ... beginnt, kann man davon ausgehen, dass der Satz offenbar bestimmte, vorher erwähnte Gegebenheiten zusammenfasst. Schwieriger wird es, wenn keine Partikel auftreten oder die Partikel nicht eindeutig sind. In diesen Fällen muss die Zuweisung aufgrund anderer sprachlicher Elemente erfolgen.

Bei der automatischen Zuweisung von rhetorischen Relationen müssen zunächst die Textstücke segmentiert werden, die von einer rhetorischen Relation verbunden werden. Meist werden die Texte vorverarbeitet, so dass die grobe syntaktische Struktur bekannt ist. Aus den jeweils in zwei Textstücken miteinander auftretenden Wörtern und der Beziehung, in der sie miteinander stehen, wird die rhetorische Relation geschlossen.

## **Sprechereinstellung**

Die Sprechereinstellung kann Bestandteil von Aussagen sein:

Damit sind Attitüden/Einstellungen des Sprechers/Verfassers zum propositionalen Gehalt (Aussagegehalt) gemeint, von Gewißheit und Vermutung über Distanzierung und Bewertung bis zu Wollen, Erwarten, Hoffen usw. [89]

[89] gibt die folgenden Beispiele für Sprechereinstellungen:

- Für-Wahr-Halten
- Verneinen
- Bewerten
- Wollen und Verwandtes

Auch der Ausdruck der Sprechereinstellung kann ein oder mehrere Negationselemente enthalten. Bei der obigen Aufzählung wird "Verneinen" als eigener Typ von Sprechereinstellung genannt. Gleichzeitig ist es aber auch möglich, dass die anderen genannten Sprechereinstellungstypen in negierter Form auftreten. Beispielsweise kann man etwas für nicht wahr (oder für falsch) halten oder etwas nicht wollen.

## **2.4 Zusammenfassung: Beschreibung der Negation in der Linguistik**

In der Linguistik haben sich in der Beschäftigung mit Negation seit langem unterschiedliche Schwerpunkte herausgebildet. Das Interesse richtet sich auf die Oberflächenstruktur, die Bedeutung oder die Funktion der Negation. Auf der Ebene der Grammatik werden die Negationselemente, ihre Selektionsrestriktionen und ihr Skopus untersucht. Zur Unterscheidung von festen Redewendungen werden korpusbasierte Verfahren herangezogen. Im Rahmen der Satzsemantik interessiert man sich für die Rolle der Negation für den propositionalen Gehalt, die Sprechereinstellung und die Stilistik.

Für eine maschinelle Verarbeitung kann von der Grammatik die Klassifizierung der Negationselemente übernommen werden. Die Liste der Negationselemente zusammen mit den Angaben über die Funktion im Satz liefern Hinweise zu Identifizierung der Elemente und der Segmentierung des Skopus. Bei der Bestimmung des Skopus können auch Informationen über die Wortstellung berücksichtigt werden. Auch für die Bestimmung der Funktion der Negation liefern Beschreibungen über verstärkende oder abschwächende Kontexte Entscheidungshilfen. Zeitliche Einordnungen durch die Negation lassen sich ebenfalls erkennen. Somit liefert die Grammatik der Negation eine Phänomenologie und Typologie der Negation auf der Oberflächenstruktur für eine Einzelsprache.

Korpusbasierte Verfahren, etwa zur Identifizierung von Negative Polarity Items (NPIs), die einen Teil der Negationskontexte als Kollokationen betrachten, machen den Schritt von der Beschreibung zur automatischen Analyse. Die extrahierten Listen der NPIs und ihrer Kontexte helfen, spontan gebildete Negationskonstruktionen von lexikalisierten Redewendungen zu unterscheiden, die nicht weiter in ihre Bestandteile zu zerlegen sind. Die korpusbasierten Verfahren beziehen sich naturgemäß besonders auf die Oberflächenstruktur.

In der Satzsemantik wird konsequent zwischen verschiedenen Ebenen und Funktionen der Negation unterschieden. Die Herangehensweise der Satzsemantik bietet in einigen Fällen Erklärungen für die Realisierung auf der Oberflächenstruktur. Ein Fokus liegt auf der Realisierung der Negation in Bezug auf die zugrunde liegende Funktion. Negation im propositionalen Gehalt wird getrennt von Negation, die die Sprechereinstellung charakterisiert, sowie von Negation, die die rhetorische Struktur andeutet oder die aus stilistischen Gründen verwendet wird. Diese Unterscheidung ist wichtig für die Weiterverarbeitung der negierten Information, da beispielsweise für Informationsextraktion und Opinion Mining unterschiedliche Aspekte relevant sind. Somit

bilden diese Ebenen auch die Grundlage für die Repräsentation der Negation.

Aus der spezifischen Funktion der Negation ergeben sich Hinweise für die Weiterverarbeitung. So kann beispielsweise Negation Teil einer rhetorischen Figur sein und wenig zum Informationsgehalt eines Satzes beitragen. Weiters kann sich Negation auf einen Sprechakt oder auf den propositionalen Gehalt eines Satzes beziehen. Wenn es bei einer Anwendung, wie zum Beispiel in der Informationsextraktion, darum geht, inhaltliche Zusammenhänge zu erfassen, so ist die Information wichtig, welche Akteure oder Umstände einer Handlung negiert werden. Geht es dagegen, wie im Opinion Mining, darum, die Einstellung von Textproduzenten zum Gegenstand des Gesagten zu erfassen, so muss Negation als Indikator für die Sprechereinstellung einbezogen werden.

Die verschiedenen Betrachtungsweisen und Ansätze teilen die Grundannahme, dass Negation auf der textuellen Oberflächenstruktur ein sprachliches Mittel darstellt, um Informationen hervorzuheben. Negation in der Oberflächenstruktur kann auf eine zugrunde liegende Bedeutung hindeuten, die positive oder negierte Information enthält. Umgekehrt kann eine negative Bedeutung durch Negation im Text ausgedrückt sein, eine negative Bedeutung kann in vielen Fällen aber auch mit einer positiven Oberflächenstruktur einhergehen. In den meisten Fällen bedeutet die Verwendung von Negation in Texten, dass bei Lesern oder Hörern vorausgesetzte Erwartungen zurückgewiesen werden. Nur bei einigen stilistischen Elementen wie Kollokationen, Litotes und doppelten Verneinungen ist die Verwendung von Negation so ritualisiert, dass sie kaum noch Information markiert oder Erwartungen zurückweist.

## Automatische Verfahren mit Negationserkennung

Verfahren, die automatisches Textverstehen zum Ziel haben, klammern das Phänomen der Negation häufig aus. Es gibt jedoch Domänen, in denen die Einbeziehung von Negation essentiell ist. Es handelt sich dabei um die Informationsextraktion aus medizinischen Texten, Opinion Mining bzw. Sentiment-Analyse, sowie die Auflösung von Widersprüchen in Texten, die Grundlage für Question-Answering-Systeme sind. Im folgenden wird zunächst ein Überblick über Methoden und Anwendungen gegeben, bevor im einzelnen bestehende Verfahren zur Behandlung von Negation beschrieben werden.

Ein wichtiger Schritt in Ansätzen zur Informationsextraktion, zum Information Retrieval und zum Text Mining ist die Identifizierung der für eine bestimmte Anwendung relevanten Begriffe in Texten. Vorherrschend sind meist robuste Bag-of-Words-Verfahren, die Funktionswörter aussortieren und nur Inhaltswörter betrachten. Im wesentlichen wird ein Text also modelliert als die Menge der im Text enthaltenen Inhaltswörter. Wortformen werden häufig auf Wortstämme reduziert, so dass das Suchergebnis nicht durch verschiedene Flektionsformen verzerrt wird. Die verbleibenden Wörter oder Wortstämme werden dann indiziert.

Falls semantische Ressourcen zur Verfügung stehen, beispielsweise im medizinischen Bereich, wird häufig Konzept-Indizierung verwendet. Dabei werden die Inhaltswörter mit semantischer Information, zum Beispiel semantischen Typen oder Events [82], annotiert, die als Grundlage für eine maschinelle Klassifikation dienen [91]. Häufig sind die Konzepte domänen- oder applikationsabhängig. Auf diese Weise können sinnverwandte Wörter, wie Synonyme, Oberbegriffe etc., in die Suche miteinbezogen werden. Wenn die Konzepte in einem Text markiert sind, können sie auf taxonomische Informationen oder auf Relationen abgebildet werden. Selbst Schlussfolgerungen sind möglich, wenn der Inhalt von Aussagen im Text klar ist, weil er sich auf gut modellierte Zusammenhänge bezieht. [13, 21] beschreiben für das Lernen von Ontologien das

Modell des 'Layer Cake', der verschiedene Ebenen umfasst, die verarbeitet werden (3.1).

Terme
Synonyme
Konzepte
Taxonomie
Relationen
Axiome & Regeln

**Abbildung 3.1:** 'Layer Cake' der Verarbeitungsebenen nach [13,21]

Diese Ebenen werden beim Lernen von Ontologien benutzt, um eine Wissensbasis aufzubauen. Mit wenigen Ausnahmen findet die Negationserkennung in bestehenden automatischen Verfahren höchstens auf der Ebene der Konzepte statt. Bei den im folgenden beschriebenen Extraktionsverfahren in der medizinischen Domäne sind die Konzepte meist durch medizinische Wissensbasen definiert. Die auftretenden Kategorien von Konzepten wie Symptomen, Diagnosen, Prozeduren, Nebenwirkungen etc. bilden hier den semantischen Raum, der durch den Inhalt der Texte ausgefüllt wird. Taxonomien werden nicht aus den Texten geschlossen, sondern sind durch die Wissensbasen bereits vorgegeben. Es sind nur relativ wenige Relationen von Bedeutung, und diese sind wie die Axiome und Regeln den Benutzern bekannt.

Auch die in [44,29,28,68] beschriebenen Arbeiten repräsentieren Ansätze, die Negation außerhalb der medizinischen Domäne betrachten. Für Systeme zum Question Answering ist es wichtig, vermeintliche oder tatsächliche Widersprüche zwischen Textpassagen zu erkennen. Hierbei spielt Negation eine wichtige Rolle, wenn derselbe Zusammenhang beispielsweise einmal negiert und einmal nicht negiert vorkommt. Die zitierten Ansätze betrachten, wie Negation auf der Ebene der Relationen wirkt, um die Plausibilität von extrahiertem Wissen zu bewerten.

Frage: When did Pakistan test its Shaheen-2 ballistic missile?
Antwort1: The source noted that the Shaheen-2, with a range of 2400 km, has <b>never</b> been tested by Pakistan.
Antwort2: Pakistan has said that it performed several tests of its 2300 km-range-Shaheen-2 missile <b>in</b> September 2004.

**Abbildung 3.2:** Beispiel für widersprüchliche Antwortmöglichkeiten [44]

Der Widerspruch zwischen den beiden Sätzen in 3.2 liegt in der Negation. Ein Question-Answering-System muss auf der Grundlage dieser Information bewerten, welche Variante zutreffend ist, beispielsweise durch das Hinzuziehen von zeitlichen Faktoren wie der Entstehungszeit der Texte.

Abgesehen von Opinion Mining und Sentiment-Analyse sowie der Analyse von Widersprüchen wird Negation in Vorverarbeitung und Indizierung außerhalb der medizinischen Domäne

kaum berücksichtigt, obwohl bessere Ergebnisse zu erwarten sind, wenn negierte Begriffe oder Konzepte im Text beachtet werden. Im folgenden werden auf Negationsverarbeitung fokussierte Verfahren im nichtmedizinischen Bereich vorgestellt. Anschließend wird ein Überblick gegeben über Ansätze in der Domäne der Medizin, die Negation behandeln.

### **3.1 Verarbeitung von Negation außerhalb der biomedizinischen Domäne**

Von Informationsextraktion in der biomedizinischen Domäne abgesehen wird Negation bisher in wenigen Anwendungen berücksichtigt. Erst in den letzten Jahren wurde die Bedeutung der Negation für das Verstehen von Texten zunehmend erkannt [78]. Im Opinion Mining und der Sentiment Classification ist Negation häufig ein Bestandteil des Ausdrucks, der eine Sprechereinstellung beschreibt. Ein weiterer Anwendungsbereich, der ohne die Behandlung von Negation nicht auskommt, ist die Interpretation von natürlichsprachlichen Suchanfragen, die Negation enthalten. Dieses Problem ist vergleichbar der Behandlung von Negation enthaltenden Fragen im Question Answering.

#### **Negation in Opinion Mining und Sentiment/Subjectivity-Analyse**

Opinion Mining und Sentiment Classification beschäftigen sich mit der Erkennung von subjektiver Information im Gegensatz zu objektiven Aussagen zu Situationen und Ereignissen [86,66]. Subjektive Information bezieht sich also auf die Einstellung, die jemand zu einer Gegebenheit hat. Die Einstellung von Personen, zum Beispiel von Textproduzenten, die in einem Text ausgedrückt wird, kann sich als subjektive Information in Textbestandteilen auf vielfältige Weise niederschlagen [112].

Zwar gibt es viele verschiedene Sprechereinstellungen, doch wird in Verfahren zur automatischen Klassifikation von Stimmungen (Sentiment-Analyse), Meinungen (Opinion Mining) und Subjektivität (Subjectivity-Analyse) zwischen Ausprägungen von positiven und negativen Einstellungen unterschieden [85]. Dazwischen liegt eine neutrale Bewertung von Gegebenheiten. Als Grundlage dienen häufig Texte, die im Internet verfasst werden ('user-generated content'), zum Beispiel in Form von Produktbewertungen [84, 116] oder Blog-Einträgen [23]. Einsatzgebiete von Sentiment/Subjectivity-Analyse und Opinion Mining sind Recommender-Systeme [104, 103], Marktforschung [73], das Platzieren von Werbung in elektronischen Medien [117, 67, 33] und das Aufspüren von politischen Stimmungen [1].

Wenn Negation im Kontext einer Sprechereinstellung vorkommt, so muss zunächst bestimmt werden, ob die Aussage über die Sprechereinstellung im Skopus der Negation liegt oder ob sich die Negation auf objektiv beschriebene Gegebenheiten bezieht. Bei dem Satz

(3.1) *Die Leiterin der schulpsychologischen Beratungsstellen in Wien ist sichtlich nicht*

*begeistert von der Idee des ÖVP-Lokalpolitikern.*<sup>1</sup>

bezieht sich das Negationselement *nicht* auf die der Leiterin der Wiener schulpsychologischen Beratungsstellen zugeschriebene Einstellung. *nicht begeistert* bildet hier die Sprechereinstellung, die durch *sichtlich* noch verstärkt wird. Würden die folgenden beiden Sätze

(3.2) *Die Leiterin der schulpsychologischen Beratungsstellen in Wien ist sichtlich nicht begeistert von der Idee des ÖVP-Lokalpolitikern.*

(3.3) *Die Leiterin der schulpsychologischen Beratungsstellen in Wien ist sichtlich begeistert von der Idee des ÖVP-Lokalpolitikern.*

die sich nur durch das Negationselement unterscheiden, in einem Bag-of-Words-basierten Ansatz repräsentiert, so würden sie nach den meisten verwendeten Ähnlichkeitsmaßen als sehr ähnlich eingeschätzt, während Systeme der Sentiment/Subjectivity-Analyse und Opinion Mining die beiden Sätze wegen der unterschiedlichen Polaritäten positiv und negativ in zwei verschiedenen Klassen einteilen würden [85].

Eine Möglichkeit, Negation in Sentiment/Subjectivity-Analyse und Opinion Mining zu behandeln ist das Umwandeln von Merkmalsvektoren, die einen Textabschnitt ohne Negationen repräsentieren, in Negation enthaltende Merkmalsvektoren [85]. Negation kann aber auch direkt in Merkmale eingehen, zum Beispiel indem ein Negationsmarker zu Merkmalen zugefügt wird [27, 85]. Beispielsweise würde in der Repräsentation für den Satz

(3.4) *This stock is not good.* 'Diese Aktie ist nicht gut.'

das Wort *good* mit *good\_\_n* ersetzt, um die Negation zu markieren [27]. Das bedeutet, dass alle Wörter, auf die sich Negation beziehen kann, jeweils als Merkmal mit und ohne Negation vorkommen können. Dies vergrößert die Zahl der Merkmale und somit den Verarbeitungsaufwand [113]. Zudem zeigt dieses Verfahren nur eine geringe Verbesserung gegenüber Ansätzen, die Negation nicht behandeln [86].

[80] markieren nicht einzelne Wörter, sondern Phrasen als negiert. Die Phrasen repräsentieren den Skopus der Negation und setzen sich aus typischen Abfolgen von Part-of-Speech-Tags zusammen. In einem Review-Dataset beobachten sie eine Verbesserung von 3% in der Bestimmung der Polarität durch die Einbeziehung der Negation.

[114] unterscheiden zwischen ursprünglicher und kontextueller Polarität von Ausdrücken ('prior' versus 'contextual polarity'): ein Lexem oder eine Phrase hat eine positive, negative oder

---

<sup>1</sup>Die Presse, Print-Ausgabe, 27.06.2011

[http://diepresse.com/home/bildung/schule/hohereschulen/672963/Gewaltpraevention\\_Tueren-zu-Schulalarm-an](http://diepresse.com/home/bildung/schule/hohereschulen/672963/Gewaltpraevention_Tueren-zu-Schulalarm-an)

neutrale Konnotation und somit Polarität, wie zum Beispiel das Adjektiv *gut*; die Polarität kann sich allerdings durch den Kontext verschieben. Ein wichtiger Kontextfaktor ist Negation, wie zum Beispiel *nicht gut*. Dafür werden die Phrase und ihre Kontexte nach ihrer Polarität manuell als positiv, negativ oder neutral markiert. Ein Korpus wird sodann gepart und mit Abhängigkeitsstrukturen annotiert. Mit Hilfe von Verfahren aus dem maschinellen Lernen werden Merkmale trainiert, die sich aus der Parsing-Ergebnis, der Satzstruktur und dem Textdokument ergeben. Im Vergleich mit dem Goldstandard der manuellen Annotationen wurde für 10 Merkmale eine Treffgenauigkeit von 65,7% erzielt.

[24] beschreiben ein System, das ebenfalls den Skopus von Negation in englischen Review-Texten bestimmt. Als Merkmale zum Trainieren von Conditional Random Fields (CRFs) wurden Wörter, Part-of-Speech-(POS)-Tags, von einem Abhängigkeitsparser gelieferte Abhängigkeitsstrukturen und Abstände zu Negationselementen herangezogen. Zum Testen wurde unter anderem das BioScope-Korpus [110, 109] verwendet, eine Sammlung von biomedizinischen Texten, die mit Information zu Negation annotiert sind. Die Bestimmung von Negationsskopus erwies sich in der Review-Domäne als schwieriger als in der biomedizinischen Domäne. Der Einbau der Negationserkennung in ein Sentiment-Analyse-System resultierte in einer bemerkenswerten Verbesserung der Ergebnisse: die Präzision bei der Erkennung von positiver Polarität verbesserte sich um 35,9%, die für negative Polarität um 46,8%.

Eine Herausforderung bleibt die Modellierung von Ironie und Sarkasmus [85, 113], die häufig vorkommt, besonders in Medien wie Blogs und Reviews. [115] stellt einen Ansatz zum automatischen Aufbau von lexikalischen Ressourcen zu Polarität dar. Der Ansatz nutzt die Eigenschaft von Negationen, häufig im Kontext von sprachlichen Ausdrücken aufzutreten, die Polarität anzeigen, für den Aufbau von Lexika mit polaren Ausdrücken. Die Anwendung wurde für das Chinesische entwickelt; es ist aber zu erwarten, dass dieses Verfahren auch auf andere Sprachen übertragbar ist. Bisher gibt es erst wenige Systeme, die Sentiment/Subjectivity-Analyse und Opinion Mining außerhalb des Englischen und – zu einem geringeren Ausmaß – des Chinesischen betrachten, somit mangelt es bisher in anderen Sprachen an Erkenntnissen zu Negation in Kontexten, die Sprechereinstellungen beschreiben.

## **Interpretation von Suchanfragen, die Negation enthalten**

Ein in [72] beschriebener Ansatz beschäftigt sich mit der Interpretation von Negation in Benutzer-Suchanfragen. Es hat sich zwar gezeigt, dass Benutzer, die natürlichsprachliche Suchanfragen stellen, meistens keine Negation verwenden. Kommen allerdings Negationen vor, so ist deren Interpretation häufig schwierig. Die meisten Probleme sind mit der Bestimmung des Skopus verbunden.

[72] legten Versuchspersonen Fragebögen vor, auf denen jeweils für eine Suchanfrage, die Negation enthielt, zwischen mehreren Varianten der Skopus-Zuweisung entschieden werden musste. Es stellte sich heraus, dass sich die Versuchspersonen nur in sehr einfachen Fällen im Hinblick auf den Skopus einig waren. In den anderen Fällen gibt es starke Unterschiede in der Interpretati-

on. Je komplexer die Phrasen, desto größer ist die Möglichkeit von Ambiguität und Fehlinterpretationen. Daraufhin wurde ein System konstruiert, das eine Descent-Parsing-Komponente enthält, die die mit *not* eingeleiteten Phrasen verarbeitet und die möglichen Skopus-Interpretationen auflistet. Dabei können nur wenig komplexe Formen von Negation verarbeitet werden. Den Benutzern werden dann die verschiedenen Skopus-Möglichkeiten in einem Auswahlménü angezeigt, und sie können sich für eine Variante, die ihrer Intention entspricht, entscheiden. Diese Interpretation kann dann zur eigentlichen Suche benutzt werden. Das beschriebene System arbeitet also ausschließlich mit den von den Benutzern eingegebenen natürlichsprachlichen Suchanfragen und generiert eine eindeutige, für die Suche zu verwendende Anfrage. Beim Auftreten von Negation wird eine Klärungsfrage gestellt. Dabei wird Negation nur in den Suchanfragen und nicht in den Dokumenten beachtet.

## Erkennung von Widersprüchen

[44] beschäftigt sich im Rahmen des Text Mining und des Question Answering mit der Erkennung von Widersprüchen, also Textteilen, die von ihrem Informationsgehalt her nicht kompatibel scheinen. Der Ansatz entwickelt Maße, um die Kompatibilität von verschiedenen Textpassagen zu bewerten. Aus den Textteilen werden die zugrunde liegenden Gegebenheiten erschlossen. Bisher wird meist mit Verfahren des Information-Retrieval versucht, Ähnlichkeiten und Kompatibilität zwischen verschiedenen Textpassagen zu etablieren. Beim Question Answering können Probleme auftreten, wenn Information negiert wird, weil es bedeuten kann, dass die Informationen nicht kompatibel sind und Widersprüche beinhalten, die im Rahmen einer Validierung von Antworten behandelt werden müssen.

In [44] werden drei verschiedene Arten von Widersprüchen behandelt:

- Negationen,
- Antonymie als lexikalische Gegensätzlichkeiten von Begriffen,
- semantische und pragmatische Informationen, die mit CONTRAST Diskurs-Relationen assoziiert sind.

Bei der Erkennung von Negationselementen wird in den Textpassagen nach Partikeln, Adverbien und Quantifikatoren gesucht. Neben dieser expliziten Negation werden Indikatoren für implizite Negation berücksichtigt, wie Verben (*deny, fail, refuse, keep from*), Präpositionen (*without, except*), schwache Quantifikatoren (*few, any, some*) oder Negative Polarity Items (NPIs) (*any more*).

Zunächst werden alle Negationselemente identifiziert und markiert. Anschließend wird der Skopus der Negation bestimmt, um auf diese Weise die negierten Aussagen oder Ereignisse zuzuordnen. In einem weiteren Schritt werden negierte Zustände abgeleitet, indem negierte Nominalphrasen, die nach ihrer semantischen Annotation einen Zustand beschreiben, analysiert werden.

Das System wurde im Rahmen einer Frage-Antwort-Anwendung mit negierten Fragen getestet. Dabei wird der in der Frage enthaltene propositionale Gehalt zusammen mit einem Negationsindikator als deklarative Aussage in Texten gesucht. Alle Aussagen im Suchraum, von denen ausgegangen wird, dass sie die in der Frage enthaltene negierte Aussage implizieren, werden als plausible Antwortkandidaten behandelt. Im Einklang mit dem in den negierten Fragen auftretenden Typ der Negation werden positive und negative Instanzen einer Aussage als zwei komplementäre Teilmengen aller möglichen Aussagen betrachtet. [44] nennt als Beispiel die Frage

*Which countries have not won the World Cup?*

Dabei geht man davon aus, dass die Menge aller Länder, oder eventuell sogar konkreter die Menge der Länder, die schon am World Cup teilgenommen haben, eine Obermenge bildet. Diese Obermenge hat zwei echte, komplementäre Teilmengen: zum einen die Teilmenge der Länder, die schon einmal den World Cup gewonnen haben, sowie zum anderen die Teilmenge der Länder, die den World Cup bisher nicht gewonnen haben. Im beschriebenen Ansatz wird zunächst die Obermenge aller Länder bestimmt, dann in einem zweiten Schritt geschlossen, welche Länder noch nie gewonnen haben. Die Liste dieser Länder ergibt sich aus in den Texten vorkommenden Ländern, von denen entweder explizit gesagt wird, dass sie noch nie gewonnen haben, oder implizit dadurch, dass sie nicht in der Liste der Länder aufscheinen, die schon einmal gewonnen haben.

Das beschriebene Verfahren ist aufwändig, da für die Bestimmung der nicht kompatiblen Information in Ergänzung zur syntaktischen Analyse semantisches und pragmatisches Wissen einbezogen wird. Mit 24,7% Genauigkeit in der Erkennung von Negation sind die Ergebnisse bisher wenig zufriedenstellend. Der Ansatz ist jedoch interessant im Hinblick auf die Anwendung in Frage-Antwort-Systemen, bei denen eine Behandlung der Negation integriert werden muss, wenn negative Fragen auftreten. Außerdem ist allgemein die Einbeziehung von kontrastiver Information und von Widersprüchen in einem Verfahren zum Schlussfolgern eine interessante, wenn auch sehr schwierige Fragestellung wegen der komplexen Beziehung zwischen negierter oder nicht negierter Oberflächenstruktur und negiertem oder nicht negiertem propositionalem Gehalt.

## **Erkennung von Negation, Negationsskopus und negierten Events in literarischen Texten**

[108] und [2] beschreiben jüngere Ansätze zur Bestimmung des Skopus von Negation in nicht-medizinischen Texten. [2] benutzt ein Conditional-Random-Field-(CRF)-Modell, während [108] auf dem CoNLL-2010-Shared-Task-Korpus mit einer Kombination aus Dependency Parsing und einem Support-Vector-Machine-Modell am besten abschnitt.

## 3.2 Identifizierung von Negation in medizinischen Texten

### Überblick und Anwendungen

Eine Anwendung, in der Negation einerseits eine wichtige Rolle spielt und andererseits strukturell und semantisch vergleichsweise eindeutig ist, ist die Verarbeitung von medizinischen Texten. Entsprechend sind Ansätze zur Identifikation von Negation in medizinischen Berichten orientiert an der Oberflächenstruktur: Negationen werden zumeist als Muster betrachtet, die häufig auftreten und wichtig für die Domäne sind.

Das Ziel von Systemen zur Informationsextraktion, zum Information Retrieval und zum Text Mining für den medizinischen Bereich ist es, Funktionalität bereitzustellen, um wichtige Informationen über Patienten, Krankheiten, Wirkstoffe etc. zu finden. Zwar sind viele Informationen auch kodiert, z.B. in Datenbanken, und damit leicht maschinell weiterverarbeitbar vorhanden. Diese Informationen betreffen aber meist die Namen der behandelten Personen sowie Ort und Zeit von Behandlungen, das 'who, when, where and what' [5], während komplexere Zusammenhänge wie Kausalitäten, das 'why' [5], meist nur aus Freitexten erschlossen werden können. Die gefundenen Informationen werden entweder direkt den Benutzern präsentiert oder für eine automatische Weiterverarbeitung, z.B. in Diagnosesystemen, zur Verfügung gestellt. Auf diese Weise ist es möglich, Inhalte der großen Mengen an textuellen Daten, die im medizinischen Umfeld in Form von Befunden, Entlassungsbriefen usw. anfallen, automatisch zu erschließen. Mögliche Anwendungsgebiete sind Systeme zur Entscheidungsunterstützung, Guideline Implementation, Erkennung und Management von Epidemien und die Identifizierung von für Studien geeigneten Patienten anhand ihrer Profile.

Die Texte werden inhaltlich aufbereitet, indem Informationseinheiten segmentiert werden. Zum Beispiel kann eine Dosis daran erkannt werden, dass sie in der Regel aus einem Medikament- oder Wirkstoffnamen, einer Maßzahl und einer Maßeinheit besteht [95]. Die Zuordnung von textuellen Einheiten zu Konzepten erfolgt mit Hilfe von domänenspezifischen Wissensbasen, die sprachlichen Ausdrücken zugrundeliegende semantische Typen zuweisen. Bei frühen Systemen wurden solche Wissensbasen meist für jede Anwendung separat entwickelt. Neuere Systeme greifen auf das Unified Medical Language System (UMLS, [65]) zurück, eine Sammlung von medizinischen Ressourcen, die einen Metathesaurus, ein semantisches Netzwerk und ein Lexikon beinhalten, um die in medizinischen Texten verwendeten semantischen Typen und ihre Realisierungen einander zuzuordnen. Mit Hilfe von solchen semantischen Ressourcen können alternative Formulierungen desselben Konzepts gruppiert und auf einen genormten Begriff abgebildet werden. Durch Konzept-Indizierung ist es möglich, nicht nur einzelne Wörter, sondern auch Oberbegriffe (Hyperonyme) und gleichbedeutende Wörter (Synonyme) zu erfassen. Einen Überblick über die Konzept-Indizierung mit UMLS gibt [81].

Schon als man mit den ersten dieser Systeme Texte automatisch erfasste und Textfragmente semantischen Typen zuordnete, wurde klar, wie wichtig es ist, nicht nur Krankheiten, Symptome, Beschwerden, Medikament etc. zu identifizieren, sondern auch zu erkennen, wenn diese Informationen explizit verneint sind [36]. Andernfalls werden, wenn beispielsweise eine Liste

von Symptomen eines Patienten mit einer bestimmten Krankheit extrahiert wird, etwa *Atembeschwerden* in die Liste aufgenommen, auch wenn diese durch die Formulierung *keine Atembeschwerden* ausdrücklich ausgeschlossen werden. In der medizinischen Domäne ist die Identifizierung von Negation naturgemäß ein sensibles Thema, da es gravierende Folgen haben kann, wenn Negation nicht oder falsch erkannt wird.

## Verfahren

Bei der Identifizierung von Negation im medizinischen Bereich werden die Texte zunächst vorverarbeitet. Dies beinhaltet eine Erkennung der Dokumentstruktur, sofern die Berichte nicht bereits strukturiert sind, und eine Zuweisung von Konzepten zu sprachlichen Ausdrücken im Text [88]. Für die Annotation mit Konzepten wird der Text zunächst tokenisiert, d.h. in relevante Worte oder Wortfolgen segmentiert. Um beispielsweise Nominalphrasen zu erkennen, muss ein partielles Parsing durchgeführt werden [39].

Wenn die Konzepte im Text annotiert sind, werden die sprachlichen Elemente gesucht, die häufig Indikatoren für eine Negation sind. Dabei lässt sich in der Domäne der Medizin meist mit wenigen Varianten ein Großteil der Negationen abdecken. Für die in Frage kommenden Negationsformulierungen wird zumeist eine Liste erstellt. Gefunden werden diese Formulierungen im Text dann mit Hilfe einfacher Verfahren wie der Suche mit Hilfe von regulären Ausdrücken. Um für die Anwendung relevante Negationen von 'Pseudo-Negationen' zu unterscheiden, gibt es bei manchen Ansätzen noch eine zweite Liste mit Formulierungen, die zwar eine Negation ausdrücken, die sich aber nicht direkt auf einen Befund, eine Krankheit oder eine sonstige, für die Anwendung relevante Information beziehen. Lautet die Formulierung beispielsweise *keine Veränderung im Blutbild*, so ist diese Negation für die Weiterverarbeitung, also die Konzept-Indizierung, nicht unmittelbar interessant.

Um Wortstellung in Negationskontexten zu berücksichtigen, wird zu jedem Element in der Liste der Negationen verzeichnet, ob das Element vor oder nach dem negierten Objekt steht. Auf diese Weise lässt sich der Kontext einschränken, der zur Bestimmung des Skopus untersucht werden muss. Der Skopus der Negation lässt sich positiv und negativ bestimmen. Positiv ist die Bestimmung der strukturellen und semantischen Einheit, auf die sich die Negation bezieht. Negativ ist die Definition des Skopus als die Menge der Wörter, die zwischen dem Negationselement auf der einen Seite und einem Element, das vermutlich nicht zum Skopus gehört und diesen also begrenzt, auf der anderen Seite stehen.

Für die Bestimmung des Skopus werden regelbasierte und statistische Verfahren eingesetzt. Am einfachsten, aber fehleranfällig, ist die Begrenzung des möglichen Skopusbereichs durch eine maximale Anzahl an Konzepten, die in ihm auftreten können. Ebenfalls einfach durchführbar, aber nicht immer treffsicher, ist die Verwendung einer Liste von Elementen, die in der Regel den Skopus begrenzen. Aufwändiger ist eine syntaktische oder gar semantische Analyse des Negationskontexts mit dem Ziel, 1) den Skopus als eine einzelne Nominalphrase oder mehrere gleichartige Nominalphrasen festzulegen und 2) auf den Negationsskopos folgende Elemente

abzutrennen, die nicht in den Skopus gehören, weil sie eine andere Struktur oder Bedeutung haben oder weil sie eine neue Aussage einleiten.

In vielen Fällen kommt als Skopus ein Feld mit durch *und* oder *oder* verbundene Nominalphrasen in Frage. Bezieht sich die Negation auf mehrere dieser Glieder, müsste eigentlich die Boolesche logische Expansion durchgeführt werden:

$$\neg(a \vee b) \leftrightarrow (\neg a \wedge \neg b) \quad (3.5)$$

bzw.

$$\neg(a \wedge b) \leftrightarrow (\neg a \vee \neg b) \quad (3.6)$$

Meist werden jedoch *and* und *or* als Stoppwörter behandelt, und eine solche Auflösung wird nicht durchgeführt.

Bei Verfahren, die sich auf eine Merkmalextraktion stützen, werden häufig entweder Naive-Bayes-Ansätze als statistische Verfahren oder Entscheidungsbäume als symbolische Verfahren benutzt. Hier werden aus korrekt mit Negation annotierten Daten typische Merkmale für die Beziehung zwischen Negation und Skopus extrahiert und auf neue Texte angewendet. Diese Ansätze bieten nicht nur eine Unterstützung bei der Verarbeitung, sie liefern auch zusätzliches Wissen über typische Muster der Negation in einer bestimmten Domäne.

## Evaluierung

Für die Evaluierung der Negations- und Skopusidentifikation werden die klassischen Maße aus dem Information Retrieval verwendet. Bei der Evaluierung geht man zumeist von einer binären Klassifikation aus, das heißt, ein vorkommendes Objekt ist entweder negiert oder nicht. Falls es nicht negiert ist, muss das nicht bedeuten, dass es bestätigt, also positiv ist: es könnte auch als unklar, eventuell vorhanden etc. beschrieben worden sein.

Die einzelnen Fälle, die für die Evaluierung relevant sind, werden in Tabelle 3.3 aufgelistet.

True Positive	TP	als Negation klassifiziert und tatsächlich Negation
True Negative	TN	nicht als Negation klassifiziert und tatsächlich keine Negation
False Positive	FP	als Negation klassifiziert, doch keine Negation
False Negative	FN	nicht als Negation klassifiziert, doch Negation

**Abbildung 3.3:** Mögliche Fälle in der Klassifizierung

Die Tabelle 3.4 zeigt, wie sich die entsprechenden Maße berechnen lassen:

Maß	Formel
Precision	$TP / (TP + FP)$
Recall / Sensitivity	$TP / (TP + FN)$
Specificity	$TN / (TN + FP)$
Accuracy	$(TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$

**Abbildung 3.4:** Maße für Evaluationen

Precision bezieht sich also auf den Prozentsatz der korrekten Negations-Voraussagen. Recall/Sensitivity beschreibt den Prozentsatz der tatsächlichen Negationen, die als Negationen klassifiziert wurden. Specificity ist der Prozentsatz der nicht negierten Konzepte, die auch korrekt als nicht negiert klassifiziert wurden. Accuracy bezeichnet den Prozentsatz der Klassifikationen, die korrekt sind.

Bei der Evaluierung kann man unterscheiden, ob 1) die Ergebnisse des Systems von menschlichen Experten korrigiert werden oder ob 2) das Korpus erst von menschlichen Experten annotiert wird und die Ergebnisse dann aufeinander abgebildet werden. Erstere Variante führt meist zu höherer Precision und zweitere Variante zu höherem Recall.

## Systeme

In den folgenden Abschnitten werden die Systeme vorgestellt, die in der medizinischen Domäne Negation einbeziehen. Es werden die wesentlichen Verarbeitungsschritte beschrieben. Die Auswahl der Systeme ist nicht vollständig, repräsentiert aber die derzeit vorherrschenden Ansätze.

## Domänen

Die Domänen im biomedizinischen Bereich sind in der Regel sehr eingeschränkt. Häufig geht es um Patientenbefunde. Bei der Erkennung der Negation geht es hier darum, bestimmte Vorerkrankungen, Befunde, Symptome etc. auszuschließen. Meist werden in Texten bestimmte bekannte Konzepte identifiziert und nach Negation in deren unmittelbaren Kontext gesucht. Wird erkannt, welche Konzepte negiert sind, so kann dies dazu beitragen, nur die positiv, als nicht negiert, vorhandene Information weiterzuverarbeiten. Gleichzeitig ist es auch möglich, aus explizit negierter Information weitere Schlüsse zu ziehen.

[36] beschreiben ein System, in dem eine vordefinierte Reihe von vorgegebenen Einzelbefunden in Radiologieberichten von Thorax-Röntgenaufnahmen identifiziert werden. Dabei werden die Berichte rudimentär geparkt und die Bestandteile einem 'kontrollierten Vokabular' und typischen Informationsstrukturen der Domäne zugeordnet. Ein weiteres frühes System ist NegEx-

pander [5], das sich auf die Erkennung von Negation in Mammographie-Berichten konzentriert. In diesem Gebiet sind Wortschatz, grammatische Strukturen und somit auch Ausdruckvarianten der Negation stark eingeschränkt. Ebenfalls mit der Domäne der Radiologie-Befunde beschäftigt sich ein von [49, 50] beschriebenes System.

Bei der automatischen Auswertung von Impfberichten ist es sinnvoll, die im Zusammenhang mit Impfungen eben nicht aufgetretenen Nebenwirkungen zu identifizieren, um das Ergebnis nicht zu verzerren [105]. Die auftretenden Negationen sind von Struktur und Interpretation her wenig komplex und den Negationen in Radiologieberichten vergleichbar: hier geht es ebenfalls darum, Einzelbefunde aufzulisten, die eben nicht beobachtet wurden. Auch in dem von [105] beschriebenen Ansatz wird auf der Grundlage des mit UMLS-Konzepten annotierten Textes eine Analyse der Negationen durchgeführt.

Über Radiologie-Befunde als einfachstem Anwendungsfall der Negationserkennung hinaus geht ein in [79] beschriebenes System, das Negationen in Entlassungsbriefen, die den Patienten nach einem Krankenhausaufenthalt mitgegeben werden, und Operationsberichten behandelt. In einem von [32] beschriebenen Ansatz wird Negation in allgemeinen medizinischen Berichten identifiziert. Dabei wird der Text zunächst mit SNOMED-CT-Konzepten annotiert. SNOMED-CT<sup>2</sup> ist eine medizinische Nomenklatur, mit der medizinische Terme kompositionell als Konzepte repräsentiert werden können. Bei den im Text gefundenen Konzepten wird sodann unterschieden, ob es sich um Kernkonzepte (wie zum Beispiel Beschwerden), Modifikatoren von Konzepten (zum Beispiel die Intensität von Beschwerden), Qualifikatoren oder negative Qualifikationen handelt. Dabei werden Modifikatoren, Qualifikatoren und negative Qualifikationen um die Kernkonzepte gruppiert.

[19] beschreibt ein System zur Erkennung von Negation in medizinischen Berichten aller Art, das nun relativ verbreitet ist, da die Wissensquellen, die vom System benutzt werden, öffentlich zur Verfügung stehen. Wie in den anderen System wird nach einschlägigen Negationen gesucht, also nach den Fällen, in denen Befunde oder Krankheiten implizit oder explizit negiert sind. Bei dem Ansatz wird davon ausgegangen, dass sich die für Anwendungen interessanten Negationen nur auf eine kleine Menge von semantischen Typen beziehen: Befunde, Krankheiten, Tests, Medikamente etc. Dazu gilt die Annahme, dass die Mehrzahl der einschlägigen Negationen von nur wenigen Mustern beschrieben werden können und dass der Skopus von Negationen nicht satzübergreifend ist.

[37, 38] beschreibt eine Diplomarbeit, die an der Technischen Universität Wien entstand. Das System identifiziert Negationen in englischsprachigen Clinical Practice Guidelines. Bei dieser Textsorte handelt es sich um Entscheidungshilfen, die spezifizieren, welche medizinische Maßnahmen unter bestimmten Umständen getroffen werden müssen. Inhaltlich und von der Satzstruktur her sind diese Texte wesentlich freier als die sonstigen Anwendungsgebiete von Negationserkennung, wie zum Beispiel Radiologiebefunde.

Ebenfalls in der medizinischen Domäne, aber nicht mit Patiententexten, sondern mit Texten aus der medizinischen Literaturdatenbank MEDLINE arbeitet ein in [61] vorgestelltes Verfah-

---

<sup>2</sup>cf. <http://www.snomed.org>

ren. Im bioinformatischen Textmining geht es darum, die in Texten enthaltenen biologischen Informationen zu erkennen und zu extrahieren. Relevant sind auch hier Objekte und ihre Relationen, wobei es sich bei den gesuchten Objekten um Proteinnamen und andere Begriffe aus der Biologie handelt, naturgemäß weniger um Krankheiten, Körperteile und Befunde, wie bei den medizinischen Berichten. Die Erkennung von Eigennamen bei biologischen Fachtermini ist jedoch nicht ganz zuverlässig, so dass sich die Entwickler des Systems nicht nur auf vorhandenes Wissen verlassen; statt dessen verfolgen sie einen datengetriebenen Ansatz.

[54] konzentrieren sich auf eine spezielle Funktion von Negation mit *not*: das Ausdrücken von Kontrasten. Die Anwendungsdomäne ist die Beschreibung von Protein-Bindungen in MEDLINE-Abstracts. Häufig wird erwähnt, mit welchen Elementen die Proteine Bindungen eingehen und mit welchen nicht. Wenn eine Bindung ausdrücklich ausgeschlossen ist, so ist dies eine wichtige Information, um entscheidende Unterschiede zwischen Objekten zu verstehen, die auch Übergeneralisierungen vermeiden hilft.

Nur wenige Ansätze beschäftigen sich mit der Negationserkennung in nicht-englischen Texten. [11] beschreiben einen Ansatz zur Erkennung, Klassifikation und Skopusbestimmung von Negationen in bulgarischen Electronic Health Records (EHR). Für das Bulgarische liegen wie für viele anderen Sprachen kaum semantische Ressourcen vor, was die Erkennung der Konzepte in Negationskontexten erschwert.

### **Negationselemente und Negationskontexte**

Ein für die vorliegende Arbeit wegen seines korpusbasierten Vorgehens interessanter Ansatz ist die von [74] beschriebene Studie zu Negationsindikatoren in biomedizinischen Texten. Die Beschreibung enthält eine Typologie der biomedizinischen Negationsausdrücke. Tabelle 3.5 zeigt die resultierende Liste von Negationsmarkern ([74]). Die Analyse beinhaltet Negationselemente sowie lexikalische Ausdrücke, die Negation repräsentieren, zusammen mit den Wortkategorien und den typischen lexikalischen und syntaktischen Kontexten, die als Skopus auftreten. Zudem wird für jeden Negationsausdruck bestimmt, ob er eindeutig ist.

In einigen Fällen ist eine Disambiguierung mithilfe einer Analyse des Kontexts möglich. Beispielsweise signalisiert *favor* Negation, wenn es in Zusammenhang mit einer von *over* eingeleiteten Präpositionalphrase auftritt:

(3.7) *With greater consolidation than volume loss, pneumonia is favored over atelectasis.*

In anderen Kontexten tritt *favor* hingegen nicht als Negationselement auf:

(3.8) *Patchy right infrahilar infiltrate favored to represent pneumonia.*

In den medizinischen Texten werden die domänentypischen Begriffe meist als Konzepte annotiert, und ihre Kontexte werden nach – ebenfalls für die Domäne typischen – Negationselemen-

Cue	POS	Ambig	Scopes over:
absence	N	PP	PP headed by <i>of</i>
absent	ADJ	N	NP/clause
cannot	MV	N	object/subject
could not	MV	N	object/subject
either	DET	Y	NP that <i>either</i> modifies
except	PRP	N	PP headed by <i>except</i>
exclude	V	N	object/subject and AP
fail	V	N	infinitive clause
failure	N	N	NP
favor over	V	Y	PP headed by <i>over</i>
impossible	ADJ	Y	AP/subject and AP
instead of	PRP	N	PP headed by <i>instead of</i>
lack	N	N	PP headed by <i>of</i>
lack	V	N	object of <i>lack</i>
loss	N	N	NP
miss	V	Y	object/NP/subject
negative	ADJ	Y	PP headed by <i>for</i>
either...nor	CNJ	N	clause/verb phrases/verb complement
neither	DET	N	clause
never	ADV	N	sentence or clause
no	DET	Y	NP or AP
no longer	ADV	N	AP or VP
none	N	N	clause/object noun phrase
not	ADV	Y	clause/VP/modified phrase
rather than	CNJ	N	phrase being modified
rule out	V	Y	object/subject
unable	ADJ	N	full clause
with the exception of	PRP	N	PP
without	PRP	N	PP

Abbildung 3.5: Negationsmarker aus der deskriptiven Studie von [74]

ten abgesehen. Als Negationskontext wird somit ein negiertes medizinisches Konzept definiert. Häufig werden zeitliche Aspekte nicht betrachtet; zum Beispiel wird *no more shortness of breath* als Negation betrachtet [79].

Meist stehen Negationen und negierte Objekte relativ nah beieinander. Bei einigen Verben werden Objekte – und somit Befunde – negiert, wenn sie mit *not* zusammen auftreten (wie zum Beispiel im Fall von *does not show*), in anderen Fällen jedoch negiert ein *not* das Verb selbst, wie im Fall von *did not decrease*. Diese Fälle sind für die Annotation des Negations-Skopos

ebenso relevant wie die Frage, ob die Negation vor oder nach dem negierten Objekt steht und ob sie sich auf ein oder mehrere Objekte bezieht.

Nach den Negationskontexten wird meist mit Mustern gesucht. In Negfinder [79] werden 60 Muster verwendet, die eine Negation bilden können, wobei unterschiedliche Kombinationen möglich sind, so dass weit mehr als 60 Strukturen denkbar sind. Die Tabelle 3.1 zeigt die Rangfolge der häufigsten Negationen nach [20].

Rang	Ausdruck
1	<i>no</i>
2	<i>denies</i>
3	<i>without</i>
4	<i>not</i>
5	<i>no evidence</i>
6	<i>with no</i>
7	<i>negative for</i>
8	<i>denied</i>
9	<i>to rule out</i>
10	<i>no significant</i>
11	<i>w/o evidence</i>
12	<i>no new</i>
13	<i>no abnormal</i>
14	<i>no suspicious</i>

**Tabelle 3.1:** Die häufigsten Negationselemente nach [20]

Nur 7 Negationselemente deckten 90% der Negationen in den getesteten Berichten ab. Unterschiede gibt es in den verschiedenen Anwendungsgebieten: so kommt *denies/denied* in Radiologie-Berichten praktisch nicht vor, da die Untersuchung nur eine Beschreibung der Befunde und keine Anamnese beinhaltet.

[54] beschäftigt sich mit kontrastiver Information in biomedizinischen Texten. Es stellte sich heraus, dass es zwei Konstruktionen gibt, die hauptsächlich verwendet werden: zum einen koordinierende Konjunktionen, hauptsächlich ausgedrückt durch *but not X*, und zum anderen Parallelismen wie im folgenden Satz:

(3.9) *Mot1 N-terminal deletions (residues 25-801) abolished TBP binding, whereas C-terminal ATPase domain deletions (residues 802-1867) did not.*

Dabei sind die koordinierenden Konjunktionen wesentlich einfacher zu verarbeiten, da sie lokal begrenzt sind und die betroffenen Objekte dieselbe Kategorie haben. Indikatoren für koordinierende Konjunktionen sind vor allem Satzzeichen und Präpositionen. Schwieriger zu analysieren

sind die satzüberschreitende Parallelismen, bei denen auch Anaphern aufgelöst werden müssen. Zur Erkennung von koordinierende Konjunktionen und Parallelismen mit *not* werden Muster aus Wortklassen, Terminalsymbolen und syntaktischen Funktionen im Satz (Subjekt, Objekt) spezifiziert. Für die Bestimmung von Paralellismen wird auch Information zur semantischen Ähnlichkeit hinzugenommen, die aus WordNet [34] stammt.

Auch für bulgarische Texte wählt [11] den Ansatz, medizinischen Begriffen Konzepte zuzuweisen, in dem Fall allerdings auf der Grundlage einer Liste von medizinischer Terminologie und einer kleinen Ontologie zur Beschreibung von Körperteilen. Zudem werden Templates erstellt, die in Patientenakten häufig vorkommende Zusammenhänge repräsentieren. Bei der Analyse der Negation wird zwischen globaler und partieller Negation unterschieden. Globale Negation negiert einen ganzen Satz bzw. eine Aussage und wird häufig durch ein Äquivalent von 'nicht' oder 'weder/noch' bzw. durch Präfigierung von Verben ausgedrückt, während partielle Negation nur Komponenten negiert. Indikatoren für partielle Negation sind nach [11] negative Adverben oder Pronomen, wie zum Beispiel Entsprechungen von 'niemals', 'niemand'. Im Bulgarischen treten die negativen Adverben oder Pronomen immer mit negiertem Prädikat auf. Auch einige Präpositionen sowie morphologische Marker drücken Negation aus.

Für die Bestimmung des Skopus wird als Grundlage angenommen, dass Negation im Kontext von einem Verb das Verb negiert, während Negation im Kontext einer Nominalphrase die Nominalphrase negiert. Handelt es sich nicht um eine einzelne Nominalphrase, sondern um mehrere, durch Konjunktionen verbundene Nominalphrasen, so gilt die Negation für den ganzen Komplex. Konjunktionen werden als Stoppwörter behandelt. Probleme bereiten Modalverben, Hilfsverben und Anaphern.

### **Verfahren zur Erkennung von Negationskontexten**

Bisher gibt es im biomedidizischen Bereich praktisch keine statistische Verfahren zur Negationserkennung. Statistische Verfahren trainieren die typischen Negationskontexte auf annotierten Korpusdaten, die auch im biomedizinischen Bereich in vielen Domänene und für die meisten Sprachen erst geschaffen werden müssen, doch sind diese Verfahren besser in der Lage, Negationskontexte zu generalisieren als regelbasierte Systeme. Es liegt wohl am weithin bestehenden Mangel an mit Negation annotierten Korpora, dass regelbasierte Verfahren vorherrschend sind; zudem mögen Sicherheitsbedenken und ein Streben nach hoher Zuverlässigkeit in medizinischen Anwendungen eine Rolle spielen. Regelbasierte Systeme spezifizieren Muster, die die aus Negationselementen und negierten Konzepten bestehenden Kontexte beschreiben. Zwar müssen die Muster definiert werden, doch werden keine annotierten Daten benötigt.

Beispiele für regelbasierte Systeme sind [36, 105, 5, 79, 32, 19, 61, 11]. [36] verwendet eine semantische Grammatik, um Einzeldiagnosen Werte für 'certainty' und 'degree' zuzuweisen. Mit 'certainty' ist die Sicherheit gemeint, mit der ein Einzelbefund gestellt wird, und 'degree' bezieht sich auf die Ausprägung der im Einzelbefund festgestellten Anomalität. Negation wird als ein atomarer Wert betrachtet, der eine Relation spezifiziert, wobei Negation am häufigsten mit der

'certainty'-Relation assoziiert ist. Dabei sind die 'certainty'-Werte auf einer Skala angesiedelt, bei der Negation die extremste negative Ausprägung ist. Falls ein Befund ausdrücklich negiert wird, wird der Wert entsprechend als 'absent', 'unknown' oder 'resolved' gekennzeichnet. Bei der Berechnung der Werte werden mehrere 'certainty'-Werte zu einem zusammengefasst, wobei stets der mit der höchsten Priorität in die Bewertung eingeht. In dem Ausdruck *evidence of edema not noted* beispielsweise bekommen *evidence of, edema, not* und *noted* alle 'certainty'-Werte entsprechend der semantischen Grammatik zugewiesen. Da die Negation (ausgedrückt durch *not*) die höchste Priorität hat, wird dieser Wert für den gesamten Ausdruck als Einzelbefund übernommen. [105] kombiniert regelbasierte und Finite-State-basierte Ansätze kombiniert. Als Negationselemente sind *no, neither/nor, ruled out, denies* sowie *without* möglich. Vergleichbar dem in [36] beschriebenen System geht das Ergebnis der Negations-Analyse in die Bewertung der Sicherheit ein, mit der ein Befund festgestellt wird, von [105] 'assertion status' genannt.

[5] bettet Negationserkennung in ein System zur Klassifikation von Textsegmenten ein. Das NegExpander genannte Modul erkennt dabei Negationen und markiert alle Objekte, die im Skopus einer Negation stehen, als negiert. Auf diese Weise werden die Glieder in Konjunktionen sowohl in ihrer Gesamtheit als auch individuell als negiert betrachtet. In einem zweiten Schritt wird die Datensammlung, bestehend aus dem eigentlichen Dokument und dem mit Konzepten annotierten Text, indiziert. Dabei werden aus den Text-Dokumenten Konzept-Dokumente erzeugt, in denen die Konzepte als positiv oder negativ markiert sind.

[79] erkennt die Grenzen von Negationskontexten. In der Verarbeitung eines Berichts bestimmt eine lexikalische Komponente zunächst die textuellen Elemente, die Indikatoren für Negation sein können. Im nächsten Schritt wird entschieden, ob die gefundene Negation vermutlich vor oder nach dem negierten Objekt steht. Als negiertes Objekt wird das in der entsprechenden Richtung (d.h. davor oder danach stehend) nächste UMLS-Konzept angenommen. Falls die Negation mehrere Objekte negieren kann, so wird untersucht, ob das entsprechende Konzept Teil einer Aufzählung ist und ob die Aufzählung *and* oder *or* enthält, denn auch hier haben die Negationsstrukturen unterschiedliche Selektionspräferenzen. Handelt es sich um eine Aufzählung, so werden alle Elemente der Aufzählung als negiert markiert. Als Ausgabe erhält man das Konzept, seine Anfangs- und Endpunkte im Dokument, sowie Angaben darüber, ob das Konzept negiert ist und ob es sich um ein atomares oder ein zusammengesetztes Konzept handelt.

Das negierte Objekt und somit der Skopus der Negation wird dann als abgeschlossen betrachtet, falls es von einem Skopus-begrenzendem Element gefolgt oder eröffnet wird. Solche Elemente sind beispielsweise Personalpronomen, Relativpronomen und Präpositionen. Auch Konjunktionen können den Skopus begrenzen, sofern sie nicht Teil der Negation sind, was zu Abgrenzungsproblemen führen kann. Falls kein eindeutiges Begrenzungszeichen gefunden wird, so wird ein negiertes Objekt dann als abgeschlossen betrachtet, sobald mindestens drei sonstige Füllwörter, die weder Negationen noch medizinische Konzepte sind, folgen oder vorangehen.

[32] verwendet ebenfalls Hinweise, die Skopusbegrenzungen anzeigen können, konzentriert sich jedoch zunächst auf die Dokumentstruktur. Dann werden Konzepte geparsten Satzfragmenten zugewiesen. Es ist auch hier das Ziel, jedem Konzept eine 'certainty-value' zuzuweisen: 'positive assertion', 'negative assertion', 'uncertain assertion'. Dabei werden nicht-eindeutige

Aussagen wie *probably not* als 'uncertain' behandelt. Für die Zuweisung der Werte wurde eine Grammatik zur Negations-Erkennung entwickelt. Der Skopus der Negation erstreckt sich aus der Sicht des Systems auf die zugehörige Phrase. Dabei werden Elemente wie *other than* als Skopusbegrenzung gewertet. Als Wissensquellen werden daher eine Liste von Begriffen, die Negation initiieren können, sowie eine Liste von Ausdrücken, die den Skopus von Negation eingrenzen, verwendet.

In NegEx [19] besteht die Eingabe aus einem Satz mit indizierten Befunden und Krankheiten. Die gefundenen Konzepte werden durch ihre IDs ersetzt. NegEx gibt für jede indizierte Phrase an, ob sie im Satz negiert ist. Negationen werden mit Hilfe von regulären Ausdrücken gesucht. Die Suche bezieht sich auch hier auf bestimmte Wörter, die häufig Negation ausdrücken, und ihren vorhergehenden oder nachfolgenden sprachlichen Kontext. Dabei wird unterschieden zwischen sogenannten echten Negationselementen und Pseudonegationselementen, die keine Negation im Sinne der Anwendung ausdrücken, wie zum Beispiel *not certain if*. Dementsprechend kann eine Negation nur zugewiesen werden, wenn ein assoziiertes Konzept in ihrem Kontext gefunden wurde. Weil das System auf Einzelsätze fokussiert ist und konsequenterweise keine Anaphernresolution stattfindet, können negierte Anaphern nicht identifiziert werden. Es wird zudem keine syntaktische Analyse durchgeführt. Der zugewiesene Skopus richtet sich nach dem in den regulären Ausdrücken vorgegebenen maximalen Abstand zwischen dem eigentlichen Negationselement und den Konzepten, auf die es sich vermutlich bezieht.

[61] stützt sich auf die Identifizierung von sogenannten Stopp- oder 'closed-class'-Wörtern, also Wörtern, die einer Wortkategorie angehören, die nicht laufend durch Neubildungen und Lehnwörter wächst (im Gegensatz zu Substantiven, Verben und Adjektiven) und daher schwer zu fassen ist, sondern konstant bleibt, wie Präpositionen, Artikel etc. Das beschriebene System findet Objekte im Text und stellt Relationen zwischen ihnen her, indem Verben oder eben die 'closed-class'-Wörter herangezogen werden. Es können entweder einzelne Objekte oder ganze Relationen zwischen zwei Objekten negiert sein. Der Satz

(3.10) *Yet, E2F1 deficiency does noch accelerate tumor growth.*

wird beispielsweise repräsentiert als 'NOT: E2F1 deficiency - accelerate - tumor growth'.

Auch das in [37, 38] beschriebene System zur Erkennung von Negation in Clinical Practice Guidelines ist regelbasiert. Die Texte sind vorverarbeitet, Phrasen sind markiert. Auf der Basis von Phrasenstruktur und Regeln zur Oberflächenrealisierung von Negation werden Negationselemente samt Skopus identifiziert und annotiert. Dabei wird unterschieden zwischen adverbischer Negation (mit *not*), Negation innerhalb von Phrasen (*ohne*), präpositionaler Negation (*absence of*) und adjektivischer Negation (*ineffective*). Wie die Beispiele zeigen, bezieht sich der Negationsbegriff auch auf lexikalische Negationen. Dies ergibt sich aus der Anwendung, da in vielen Fällen in den Clinical Practice Guidelines Negation auch durch lexikalische Mittel ausgedrückt wird, und es ist wichtig für die Weiterverarbeitung, alle Formen von Negation zu erkennen.

[49,50] beschreiben ein hybrides System zur Erkennung von Negation in Radiologie-Befunden. Der Ansatz kombiniert einen Abgleich von regulären Ausdrücken mit dem Konsultieren eines vollen Parsing-Ergebnisses. Die regulären Ausdrücke werden hauptsächlich für das Finden der Negationselemente und ihres unmittelbaren Kontextes benutzt, während der Skopus der Negation basierend auf dem Ergebnis eines Parsing-Vorverarbeitungsschritts bestimmt wird. Es wird nach den syntaktischen Realisierungen zwischen verschiedenen Typen von Negation unterschieden. Entsprechend bezieht sich die Suche im Parsing-Ergebnis auf das durch den Negationstyp vorgegebene Muster. Durch den Einsatz des Parsers ist es möglich, auch Ausdrücke im Skopus der Negation zu erkennen, denen zunächst kein semantisches Konzept zugewiesen werden kann.

Die Negationserkennung ist eingebettet in ein System zur Klassifikation von Textsegmenten. Benutzer können Präferenzen angeben, und die Texte werden anhand dieser vorgegebenen Terme oder Konzepte als relevant, nicht relevant oder unspezifiziert klassifiziert. Dieses aus dem Information Retrieval bekannte Prinzip des 'relevance feedback' erlaubt es, Systeme dynamisch auf Benutzerpräferenzen abzustimmen.

In der Klassifikation werden Bayessche Netze verwendet, um gefundene Dokumente nach ihrer vermutlichen Relevanz für die gesuchten Begriffe zu bewerten und zu klassifizieren. In einem ersten Schritt werden die Daten vorbereitet. NegExpander erkennt dabei Negationen und markiert alle Objekte, die im Skopus einer Negation stehen, als negiert. Auf diese Weise werden die Glieder in Konjunktionen sowohl in ihrer Gesamtheit als auch individuell als negiert betrachtet. In einem zweiten Schritt wird die Datensammlung, bestehend aus dem eigentlichen Dokument und dem mit Konzepten annotierten Text, indiziert. Dabei werden aus den Text-Dokumenten Konzept-Dokumente erzeugt, in denen die Konzepte als positiv oder negativ markiert sind.

Für die Erkennung der Negation werden die Texte zunächst mit Part-of-Speech-Tags annotiert. Basierend auf den Tags werden auf der Grundlage von Abfolgemustern einfache Nominalphrasen erkannt. Nominalphrasen, die durch Konjunktionen verbunden sind, werden als Ganzes betrachtet. Mit Hilfe einer Liste von Negationsausdrücken werden sodann die negierten Phrasen gefunden und den entsprechenden Objekten zugeordnet.

### **Ansätze zur Evaluation**

Die Performanz der beschriebenen Systeme wird entweder auf bestehenden annotierten Daten evaluiert, oder die Daten für die Evaluation werden – sofern bisher nicht vorhanden – mit Hilfe von menschlichen Experten erzeugt. Im Vergleich von maschinellen Verfahren mit dem Urteil von menschlichen Annotatoren zeigt sich, dass letztere besonders bei der Erkennung von negierten Anaphern sowie bei in zeitliche Abläufe eingebetteter Negation überlegen sind [19]. Im Rahmen einer Evaluierung [48] wurden verschiedene Modi getestet, mit denen Einzelbefunde aus Radiologieberichten von Thorax-Röntgenaufnahmen extrahiert werden können. Eine Liste mit für die Anwendung typischen und häufig vorkommenden Befunden wurde erstellt, der Formulierungen in den Befunden zugeordnet werden mussten. Die Zuordnungen wurden von Radiologen, Internisten und Laien erstellt. Maschinell bearbeitet wurde die Aufgabe von drei

verschiedenen Systemen:

- einem System mit einer Sprachverarbeitungskomponente, spezialisiert auf Radiologie-Berichte,
- einer Keyword-Suche, die ausdrücklich auch nach der Abwesenheit von Einzelbefunden sucht
- einer einfachen Keyword-Suche

Die letztere Methode schnitt am schlechtesten ab, da wenig überraschend auch alle Einzelbefunde einbezogen wurden, die ausgeschlossen waren. Besser waren die Ergebnisse der Keyword-Suche, die um Negations-Indikatoren erweitert war, wobei zwei Drittel ihrer Suchphrase gezielt auf die vielen Varianten abgestimmt war, mit denen ausgedrückt werden kann, dass eine Indikation nicht gegeben ist. Die Sprachverarbeitungs-Komponente erzielte von den automatischen Verfahren das beste Ergebnis und war in der Qualität mit der Einschätzung der Mediziner vergleichbar, in der Bearbeitungsdauer hingegen – wenig überraschend – deutlich überlegen.

Schon die Evaluierung dieses relativ frühen Systems zeigt also, dass für eine Analyse nicht reicht, Keywords zu verwenden, selbst wenn diese Negation einbeziehen: eine tiefere Analyse mit differenzierterer Modellierung von Negation ist nötig – dies zeigt das gute Abschneiden des Sprachverarbeitungs-Systems.

Was die Einschätzungen der menschlichen Testpersonen angeht, so schnitten Laien erwartungsgemäß schlechter ab als Ärzte. Es ergab sich aber in Bezug auf Negation das interessante Ergebnis, dass Laien zwar öfter Einzelbefunde übersehen. Wenn jedoch etwas ausdrücklich ausgeschlossen ist, dann wird dies generell nicht ignoriert. Gegliedert nach den Maßen 'sensitivity' und 'specificity' schneiden die Laien schlechter in der 'sensitivity' ab; sie übersehen also Befunde, die Ärzte finden. In der 'specificity' jedoch liegen ihre Ergebnisse nah an den Befunden der Ärzte. Zwar kennen Laien das Vokabular der medizinischen Domäne schlechter, doch sind sie durchaus in der Lage zu erkennen, wenn ein Einzelbefund negativ ist. Negation, oder zumindest das Verständnis von Negation, scheint also grundsätzlich domänenunabhängig zu sein.

## **Ergebnisse und Beobachtungen**

Die quantitativen Ergebnisse der für die Systeme beschriebenen Evaluierungen sind in der Tabelle 3.6 zusammengestellt. Im Fall von Negfinder wurden zwei verschiedene Evaluierungen durchgeführt: eine unabhängige und eine auf der Basis von manueller Annotation.

Qualitativ beschreiben die genannten Ansätze eine Reihe von Beobachtungen zu Form und Funktion der Negation in biomedizinischen Texten. In der medizinischen Domäne ist Negation ein wichtiger Faktor im Textverstehen. Medizinisches Personal wird dazu angehalten, auch

System/Anwendung	Precision	Recall/Sensitivity %	Specificity %	Referenz
NegExpander	93			[5]
Negfinder		95,3/95,7	97,7/91,8	[79]
NegEx	84,5	77,8	94,5	[19]
‘SNOMED-Konzepte’		97,2	98,8	[32]
Radiologie-Berichte	98,6	92,6		[50]
‘Impfberichte’	94	89		[105]
NegHunter	69,4	83,92		[38]

**Abbildung 3.6:** Vergleich der Evaluierungsergebnisse

die Abwesenheit von Befunden in Texten aufzuzeichnen. Dies kann zu einer großen Anzahl von False-Positive-Ergebnissen bei Retrieval-Aufgaben führen, wenn nach Einzelbefunden gesucht wird, ohne Negation zu berücksichtigen. In medizinischen Texten tritt Negation häufig auf. Beispielsweise kommen in 60 von untersuchten medizinischen Berichten 544 Negationen vor [79].

In der medizinischen Domäne ist die Bedeutung von Negation vergleichsweise einfach zu erfassen: Negation tritt in der Regel zusammen mit einem Einzelbefund auf und spezifiziert dessen Abwesenheit. Entsprechend wird Negation durch wenige Mittel ausgedrückt. In einer Untersuchung von englischsprachigen medizinischen Berichten kommen *no*, *denies/denies*, *not*, *without* in 92,5% aller Negationen vor [79].

Der Skopus der Negation ist meist eingeschränkt auf den Einzelbefund, der gerade relevant (salient) ist, und überschreitet eher keine Satzgrenzen. Problematisch sind häufig Koordinationen, die Aufzählungen enthalten. In manchen Fällen kann der Skopus nur mittels einer lexikalischen, syntaktischen und semantischen Analyse bestimmt werden. Bei allen genannten textsortenspezifischen Aspekten ist Negation offenbar weniger stark domänenabhängig als die Terminologie. Auch wenn die medizinischen Begriffe für Laien eher unverständlich scheinen, können sie Negationen doch zuverlässig erkennen [48].

In der Verarbeitung werden Negationskontexte nur betrachtet, wenn sie erkannte Konzepte beinhalten, um ausschließlich anwendungsrelevante Negationen zu identifizieren. Dies dazu, dass nur Negationen gefunden werden, wenn in ihrem Skopus ein bekanntes und korrekt zugewiesenes Konzept steht. Interpretationsprobleme bereiten zeitliche Zusammenhänge: ein Zustand, der zunächst angenommen wurde, kann später negiert werden, und umgekehrt. [19] zieht daher immer nur das letzte Vorkommen und somit den letzten Negationsstatus eines Konzepts heran; dies kann allerdings zu Fehlinterpretationen führen. Negation, die durch Wortbildungselemente ausgedrückt wird, wird bei der Verarbeitung häufig übersehen, zum Beispiel im Fall von *colorless*. Für die Erkennung von impliziter Negation ist häufig Domänen- und Weltwissen erforderlich, wie zum Beispiel im Fall von *Hepatitis-Impfung*, wo implizit ausgedrückt ist, dass die betreffende Person vermutlich eher nicht an Hepatitis erkrankt war oder ist, weshalb das *Hepatitis*

zugeordnete Konzept als negiert markiert werden müsste.

## Ressourcen mit Negations-Annotationen

Da die automatische Verarbeitung von Negation zumindest außerhalb der medizinischen Domäne erst seit kurzem Beachtung findet, sind bisher kaum Ressourcen verfügbar. Im wesentlichen stehen englische Korpora zur Verfügung. Der BioScope corpus [110] besteht aus biomedizinischen Texten und ist annotiert mit Informationen über Negation und Spekulation. Der Inhalt sind Abstracts aus dem GENIA-Korpus<sup>3</sup> [53], wissenschaftliche Artikel und Texte aus dem Klinikalltag. Alle Sätze enthalten wenigstens einen domänenspezifischen Negationsmarker, zum Beispiel *cannot, impossible, impossibly, neither...nor, no, not, without*. Es sind jedoch nur die Sätze als negativ markiert, bei denen die zugrunde liegende Bedeutung eindeutig negativ ist. Somit werden Sätze nicht als negativ bewertet, in denen Spekulation vorkommt. Der Skopus der Negation ist annotiert, wobei die Annotation für gewöhnlich mit dem Negationsmarker beginnt und mit der Phrase, dem Glied- oder Hauptsatz endet. Das Subjekt eines Satzes wird nur als Teil des Skopus markiert, wenn es im Passiv auftritt.<sup>4</sup> Das folgende Beispiel entstammt dem Korpus, es zeigt die xml-artige Annotation für Negationselement und Skopus:

(3.11)  $\langle$  sentence id="S408.10"  $\rangle$ For all other arginine mutations,  $\langle$  xscope id="X408.10.1"  $\rangle$  $\langle$  cue type="negation" ref="X408.10.1"  $\rangle$ no  $\langle$  cue  $\rangle$  differences in affinity were detectable  $\langle$  xscope  $\rangle$ .  $\langle$  sentence  $\rangle$

Für den \*Sem Shared Task 2012 'Resolving the Scope and Focus of Negation' wurden zwei Korpora erstellt [10, 77, 76]. Vier Geschichten von Conan Doyle, 'The Hound of the Baskervilles' und 'The Adventures of Wisteria Lodge', wurden annotiert mit Informationen über Negationsmarker, -skopus und Negations-Events. Der Negationsskopus umfasst die Elemente, die im Einflussbereich der Negation stehen. Das Negationselement selbst wird nicht zum Skopus gerechnet. Negations-Events sind die Prädikate, die im unmittelbaren Kontext der Negation auftreten [77]. Im folgenden Beispiel ist das Negationselement unterstrichen, der Negationsskopus ist durch eckige Klammern gekennzeichnet, und das Negationselement erscheint in runden Klammern.

(3.12) [I do](n't) [know what made me look up], but there was a face looking in at me through the lower pane.

Nur tatsächliche Geschehnisse werden als negiert markiert, während imperative, zukünftige und bedingte Aussagen nicht als negierte Events betrachtet werden, da es sich hier nicht um faktische

<sup>3</sup><http://www.nactem.ac.uk/genia/genia-corpus>

<sup>4</sup>Annotation Guidelines

<http://www.inf.u-szeged.hu/rgai/project/nlp/bioscope/Annotation%20guidelines2.1.pdf>

Aussagen im engeren Sinne handelt. Die Annotierungs-Guidelines [77] geben vor, dass für alle Negationsskopus-Annotierungen mit der Paraphrase *it is not the case that* getestet werden soll, welche Elemente einer Aussage von der Negation beeinflusst werden. Die Paraphrase für das obige Beispiel würde folgendermaßen lauten:

(3.13) *It is not the case that I know what made me look up*

Daher ist der erste Teil der Aussage als Negationsskopus markiert.

Das zweite im \*Sem Shared Task 2012 'Resolving the Scope and Focus of Negation' verwendete Korpus besteht aus den Negation enthaltenden Sätzen der Wall-Street-Journal-Texte im Penn-TreeBank-Korpus. Diese Sätze sind mit Information über den Negations-Fokus annotiert. Als Fokus der Negation wird das Konzept verstanden, das am deutlichsten von einer Negation beeinflusst ist. Das folgende Beispiel stammt aus dem Korpus. Der Negations-Fokus ist unterstrichen:

(3.14) *A decision isn't expected until June.*

*expected* ist das negierte Event, die gesamte Aussage liegt im Negations-Skopus, *until June* ist die Information, die am stärksten von der Negation beeinflusst ist und die somit als Negations-Fokus markiert ist.

### **3.3 Zusammenfassung: Automatische Verfahren und Negationserkennung**

Es gibt drei wesentliche Anwendungsgebiete, in denen nach derzeitigem Stand bei automatischer Verarbeitung Negation berücksichtigt wird. Dies ist zum einen das Gebiet von Opinion Mining und Sentiment-Analyse, das sich in den letzten Jahren, getrieben von den in Social Media verfügbaren, von Benutzern generierten Inhalten, zu einem höchst aktiven Forschungsgebiet entwickelt hat. Erste Ansätze, vor allem für das Englische, beschäftigen sich auch mit der Behandlung von Negationen. Ein anderes Gebiet, das Negation und ihre Formen und Funktionen erst seit kurzem berücksichtigt, sind Frage-Antwort-Systeme. Dagegen wissen Systeme zur Informationsextraktion im biomedizinischen Bereich schon seit langem um die Bedeutung der Negation, und es gibt, wenigstens für das Englische, eine Vielzahl von Ansätzen, die eingeschränkte Formen von Negation analysieren.

Im Opinion Mining und der Sentiment Classification tritt Negation häufig als Bestandteil des Ausdrucks auf, der eine Sprechereinstellung beschreibt. Es muss unterschieden werden zwischen subjektiver, d.h. sich auf die Sprechereinstellung beziehender, und objektiver, d.h. Fakten in der außersprachlichen Wirklichkeit beschreibender, Information. Daher wird zunächst bestimmt, ob die Aussage über die Sprechereinstellung im Skopus der Negation liegt oder ob

sich die Negation auf objektiv beschriebene Gegebenheiten bezieht. Nach den bisherigen Erfahrungen resultiert der Einbau von Negationserkennung in ein Sentiment-Analyse-System in einer bemerkenswerten Verbesserung der Ergebnisse. Bisher gibt es erst wenige Systeme, die Sentiment/Subjectivity-Analyse und Opinion Mining außerhalb des Englischen und – zu einem geringeren Ausmaß – des Chinesischen betrachten. Auch für das Deutsche werden erst seit kurzem Ressourcen geschaffen.

Beim Question Answering muss Negation analysiert werden, um nicht Antworten mit Informationen zu einer bestimmten Frage zu finden, die eben nicht zutreffend sind. Es können Probleme auftreten, wenn Informationen in Texten vorkommen, die Negationen enthalten, weil es bedeuten kann, dass die Informationen nicht kompatibel oder widersprüchlich sind. Diese Widersprüche müssen im Rahmen einer Validierung von Antworten behandelt werden.

Seit kurzem gibt es auch Ansätze, die Negation von faktischen Informationen erkennen. Ein Beispiel ist die CRF-basierte Identifizierung von Negationsmarkern, -skopus und negierten Events in englischen literarischen Texten. Ein interessanter Aspekt dieses Ansatzes ist, dass Skopus hier nicht im grammatischen Sinne verstanden wird, sondern bezogen auf die Aussage, die negiert ist. Als negiertes 'event' wird die Aktion, der Zustand o.ä. bezeichnet, die oder der im unmittelbaren Kontext steht. Als Negationsmarker werden nur die sprachlichen Elemente betrachtet, die tatsächlich einen Sachverhalt negieren.

Das Ziel von Systemen zur Informationsextraktion, zum Information Retrieval und zum Text Mining für den biomedizinischen Bereich ist es, wichtige Informationen über Patienten, Krankheiten, Wirkstoffe etc. auch in wenig strukturierten, Freitext enthaltenden Dokumenten zu finden. Textgrundlage sind meist Korpora von Patientenbefunden [110] oder biomedizinischer Fachliteratur [59]. Sowohl in Patientenakten als auch in wissenschaftlicher Fachliteratur wird explizit auch die Abwesenheit, also die Negation, von Vorerkrankungen, Symptomen, Merkmalen etc. dokumentiert, da es sich hierbei häufig um entscheidende Informationen handelt. Entsprechend häufig tritt Negation in Texten auf. Daher kann die Nichtbeachtung von Negation in automatischen Verfahren zu einer großen Anzahl von False-Positive-Ergebnissen bei Retrieval-Aufgaben führen, wenn nach Einzelbefunden gesucht wird, ohne Negation zu berücksichtigen.

Im biomedizinischen Bereich wurden bisher die meisten Erfahrungen mit der automatischen Verarbeitung von Negation gesammelt. Einige Erkenntnisse beziehen sich auf recht eingeschränkte Domänen in Medizin und Biologie und sind daher eher nicht übertragbar. Bisher stehen wenige Ressourcen zur Verfügung, die mit Informationen über Negation annotiert sind. Die verfügbaren Korpora bestehen aus englischsprachigen Texten. Aus den bisherigen Erkenntnissen, die vorwiegend im biomedizinischen Bereich und für das Englische gewonnen wurden, lassen sich einige allgemeinere Schlüsse ableiten, die für andere Anwendungen relevant sind. Negation, oder zumindest das Verständnis von Negation, scheint grundsätzlich domänenunabhängig zu sein. Es hat sich gezeigt, dass Negation häufig in wichtigen Textpassagen vorkommt. Wie im Opinion Mining und der Sentiment-Analyse resultiert die Einbeziehung von Negation in einer signifikanten Verbesserung in der Qualität der klassifizierten oder extrahierten Information.

# Empirische Grundlagen: Negationsstruktur in einem deutschsprachigen Zeitungs-Korpus

In Kapitel 2 wurde beschrieben, dass in der Linguistik versucht wird, eine Typologie der Negation in verschiedenen Sprachen zu entwickeln. Grammatiken der einzelnen natürlichen Sprachen beschreiben, wie jeweils Negation ausgedrückt wird und welche Funktion sie haben kann. Die pragmatische Funktion der Negation ähnelt sich im Sprachgebrauch vieler Sprachen. Häufig drückt explizite Negation eine Zurückweisung oder Korrektur einer bei Lesern oder Hörern vorausgesetzten Annahme aus. Es kommt aber auch vor, dass ein negierter Sachverhalt auf der sprachlichen Ebene positiv, d.h. ohne Verwendung eines expliziten Negationselements, formuliert wird. Hier treten im Deutschen – wie in anderen Sprachen – häufig Verben mit einer negativen Bedeutung auf, wie zum Beispiel *abstreiten*, *bestreiten*, *dementieren*, *leugnen*. Umgekehrt kann auch Negation einen eigentlich positiven Zusammenhang durch den Gebrauch eines Negationselements ausdrücken werden, wie wenn beispielsweise ein Satz durch *Es kommt aber auch nicht selten vor, dass...* eingeleitet wird, was durch 'Es kommt aber vor dass...' paraphrasiert werden kann.

Die vorliegende Arbeit beschreibt einen Ansatz zur Behandlung von expliziter Negation in Texten; sie konzentriert sich also auf Verneinungen, die durch Negationselemente realisiert sind. Sie soll Erkenntnisse drüber bringen, welche Negationselemente vorkommen, welche Kontexte sie beeinflussen und welche Funktionen sie erfüllen können. Die Untersuchung ist motiviert von der Frage, wie explizite Negation bei einer automatischen Verarbeitung von Texten, wie sie in Kapitel 3 in verschiedenen Anwendungsbereichen beschrieben wurde, behandelt werden kann. Die empirischen Analyse geht nicht von (präskriptiven) Grammatiken aus, die Negation im Deutschen behandeln, sondern untersucht das Vorkommen von Negation in Korpora einer spezifischen Textsorte. Die Fragestellungen bei der Betrachtung des Korpus betreffen die Häu-

figkeit des Auftretens von Negation, die verwendeten Elemente, den Skopus sowie die Funktion der Negation im Text. Die empirische Analyse soll jedoch nicht nur eine Typologie der Negation in deutschsprachigen Zeitungstexten liefern: vielmehr bildet sie auch die Grundlage für annotierte Korpusressourcen, die die automatische Verarbeitung von Negation verbessern können.

Es wird nur lexikalisch realisierte Negation untersucht, da diese Form der Negation einerseits sehr häufig auftritt, andererseits von Bag-of-Words-Verfahren aber nur schwer verarbeitet werden kann. Morphologisch realisierte Negation, beispielsweise in Form von Vorsilben wie *un-* oder *dis-* bzw. Nachsilben wie *-los*, wird nicht behandelt, da Bag-of-Words-Verfahren, die sich auf eine Sammlung von Einzelwörtern konzentrieren, die im Wort kodierte Negation bereits einbeziehen. Auch ist der Negationsskopus eindeutiger definiert als bei lexikalischer Negation, da er sich zumeist auf den die im Wortstamm enthaltene Information bezieht, beispielsweise kann *orientierungslos* als 'ohne Orientierung' paraphrasiert werden. Da der Fokus auf in Schriftform vorliegenden Texten liegt, wurde auch prosodisch ausgedrückte Negation nicht beachtet.

## 4.1 Domäne und Textsorte

Wie Kapitel 3 gezeigt hat, wurden Informationsextraktion und Text Mining lange Zeit stark von zwei Domänen geprägt. Zum einen wurde Methoden und Technologie für die Extraktion von Information und die Erkennung von typischen Mustern in biomedizinischen Texten entwickelt. Dies geschah als Reaktion darauf, dass im biomedizinischen Bereich große Mengen von un- oder semistrukturierten textuellen Daten vorliegen, die mit automatischen Verfahren erschlossen werden sollen, während es gleichzeitig immer mehr Bestrebungen gibt, Informationen zu strukturieren und zu standardisieren [5]. Im biomedizinischen Bereich handelt es sich, wie im Zusammenhang mit den Systemen zur automatischen Erkennung von Negation in Kapitel 3 bereits beschrieben, zumeist um hochspezialisierte Domänen. In vielen Fällen wird daher mit Domänenexperten kooperiert, um Texte zu annotieren, Suchmuster zu spezifizieren und Ergebnisse zu beurteilen.

Nachrichtentexte, wie zum Beispiel Zeitungsartikel, zeichnen sich im Gegensatz zu biomedizinischen Texten in der Regel durch bessere Verständlichkeit auch für Nicht-Experten in den jeweiligen Genres aus, aber auch durch eine größere Vielfalt an Themengebieten und sprachlichen Formen [8]. Dabei muss unterschieden werden zwischen den verschiedenen Medien, über die die Informationen vermittelt werden (z.B. Zeitungen, Zeitschriften für geschriebene Nachrichtentexte; Fernsehen, Radio für gesprochene Nachrichten). In den unterschiedlichen Genres und Medien haben sich verschiedene Textsorten etabliert.

Von Anfang an war das Interesse an Informationsextraktion aus verschiedensten Formen von Nachrichtentexten groß und wurde im Rahmen von zahlreichen Forschungsprogrammen gefördert und in Wettbewerben wie zum Beispiel MUC [41] und TREC [111] evaluiert. Dies führte dazu, dass zumindest für das Englische große Korpora von Nachrichtentexten verfügbar wurden und ständig weitere Textsammlungen erschlossen werden. In jüngster Zeit sind andere Textsorten aus weiteren Quellen hinzugekommen, beispielsweise benutzergenerierte Inhalte aus Social

Media.

Als eine Anwendung, die auch Nachrichtentexte berücksichtigt, hat sich Question Answering herausgebildet. Hier geht es darum, nicht nur – wie bei der klassischen Informationsextraktion – relevante Fakten aus einem Textkorpus zu extrahieren, sondern vorgegebene Fragen mit Hilfe von Informationen aus dem Korpus zu beantworten, z.B. [15, 25, 45, 46]. Die Fragen werden in natürlicher Sprache gestellt, vom System analysiert und mit den in den Texten enthaltenen Informationen verglichen, die für die Frage relevant sein könnten.

Informationsextraktion und Question Answering auf der Grundlage von Nachrichtentexten operieren auf großen Textmengen, die von vielen verschiedenen Autoren stammen. Wie im Fall der biomedizinischen Texte wird der Großteil der Verfahren für englischsprachige Nachrichtentexte entwickelt, wobei es inzwischen auch einige Ansätze zur multilingualen Informationsextraktion gibt, vgl. beispielsweise [16]. Für das Deutsche gibt es eher wenig verfügbare Ressourcen. Für den Ansatz zur automatischen Erkennung von Negation in Texten, der in dieser Arbeit beschrieben wird, wurden deutschsprachige Zeitungstexte als Anwendungsgebiet ausgewählt.

## 4.2 Beschreibung des Negations-Subkorpus

Nur eine empirische Studie kann Aufschluss darüber geben, welche Rolle Negation in einer Domäne spielt. Ein Korpus repräsentiert einen Ausschnitt aus der Domäne, der Erkenntnisse über ein Phänomen wie Negation liefern kann und der Möglichkeiten zur Generalisierung bietet. Ein Korpus, das analysiert und annotiert ist, kann außerdem eine Grundlage bilden, auf der Ansätze zur automatischen Verarbeitung entwickelt und verbessert werden können.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Negations-Subkorpora erstellt. Ausgegangen wurde zunächst von einem Ausschnitt des NEGRA-Korpus [96], das zu der gewählten Domäne der deutschsprachigen Zeitungstexte passt. Das NEGRA Korpus Version 2 ist ein bewährtes und aufwändig aufbereitetes Korpus für das Deutsche. Es enthält 20.602 Sätze, bestehend aus 355.096 Tokens, deutschsprachiger Zeitungstexte aus der *Frankfurter Rundschau*. Die Sätze sind mit Part-of-Speech-(POS)-Tags und syntaktischen Strukturen annotiert. Für die Part-of-Speech-Tags wurde das Stuttgart-Tübingen-Tagset<sup>1</sup> verwendet. Ein Tagger [12] lieferte POS-Tags für die Wörter im Korpus. Annotatoren bearbeiteten das Resultat und korrigierten die Fehler. Im NEGRA-Korpus werden alle satzwertigen Konstruktionen als Sätze behandelt, auch wenn sie nicht mit einem Punkt, sondern z.B. mit einem Semikolon abgetrennt sind.

Um ein Negations-Subkorpus zu erstellen, wurden manuell aus den ersten 4000 Sätzen des NEGRA-Korpus diejenigen Sätze extrahiert, die ein oder mehrere Auftreten von lexikalisch realisierten Negationselementen enthalten. Die 4000 Sätze entsprechen 19,4% der 20.602 Sätze des Gesamtkorpus. Damit repräsentiert das Subkorpus ungefähr ein Fünftel des NEGRA-Korpus.

---

<sup>1</sup><http://www.coli.uni-saarland.de/projects/sfb378/negra-corpus/stts.asc>

### 4.3 Annotation von Negation im Subkorpus

Das NEGRA-Korpus ist durchgehend mit korrigierten Part-of-Speech-Tags annotiert. Im Text des Negations-Subkorpus wurden manuell von einer Person Negationselemente, der Skopus der Negationselemente und ihre Funktion markiert. Die lexikalisch realisierten Negationselemente wie *nicht* und *kein* gehören zu den geschlossenen Wortkategorien, daher lassen sie sich eindeutig und vollzählig auffinden.

Die Annotation orientiert sich an Anwendungen wie Informationsextraktion, Question Answering und Sentiment-Analyse. Das bedeutet, dass bei der Annotierung die Frage im Vordergrund stand, welche Konsequenzen sich aus der negierten Information für die Weiterverarbeitung des Satzes und der darin enthaltenen Aussage(n) ergeben. Zum einen geht es dabei um die konkreten inhaltlichen Zusammenhänge, die negiert sind. Der Fokus liegt hier also auf dem Verhältnis zwischen dem Text und der außersprachlichen Wirklichkeit. Zum anderen berücksichtigt die Annotierung die Funktion der Negation im Text, also die Wirkung, die durch den Gebrauch der Negation in Texten durch die Autoren oder Sprecher bei Lesern oder Hörern erzielt wird bzw. erzielt werden soll.

#### Negationselemente

Alle 4000 Sätze wurden manuell nach Formen von expliziter Negation durchsucht. Von den untersuchten 4000 Sätzen enthielten 626 Sätze, was 15,7% entspricht, insgesamt 705 lexikalisch realisierte Negationselemente. Mehr als vier Negationselemente enthielt keiner der untersuchten Sätze, wenn man Konstruktionen mit *weder* und *noch* als eine Negation zählt. In den allermeisten der extrahierten Sätze kommt nur eine Negation vor. Zwei Negationen pro Satz sind wesentlich seltener, drei und mehr Negationen pro Satz kommen kaum vor, wie Tabelle 4.1 zeigt.

Negationen pro Satz	Anzahl	Anteil in %
1	554	88,4
2	66	10,5
3	5	0,8
4	1	0,2
	626	100

Abbildung 4.1: Anzahl der Negationen pro Satz

Als Beispiel folgt der einzige Satz, der vier Negationselemente enthält. Die Negationselemente erscheinen in Fettdruck; in eckigen Klammern steht die Nummer des Satzes im NEGRA-Korpus.

*Nur dank der Gewerbesteuer kann sich Frankfurt das leisten, was es (**nicht ohne berechtigten Stolz**) immer wieder herausstellt: ein reichhaltiges, aber (von der Stadt,*

*nicht wie anderswo vom Land!)* hochsubventioniertes Kulturleben, ein trotz verhältnismäßig geringer Einwohnerzahlen gut ausgebautes unterirdisches Schnellbahnnetz mit U- und S-Bahnen, ein mindestens ebensogut ausgebautes Straßennetz, die hohen Zuschüsse zu den laufenden Sozialausgaben und – **nicht** zuletzt – die hohen Personalausgaben für die städtischen Bediensteten, die all diese Einrichtungen betreiben und verwalten. [3804]

Dieser Satz besteht aus immerhin 73 Wörtern. Trotz der Länge des Satzes ist die Struktur nicht besonders komplex: im wesentlichen handelt es sich um einen Hauptsatz, einen untergeordneten Satz sowie eine längere Aufzählung. Bei den beiden ersten Negationselementen, *nicht ohne*, handelt es sich um eine doppelte Verneinung, die inhaltlich äquivalent zu 'mit' ist. Das letzte Negationselement *nicht* bildet in Kombination mit *zuletzt* eine Formulierung, die nur eine stilistische Funktion hat, indem sie das letzte Element der Aufzählung betont und an die vorherigen Elemente anbindet. Dieser Beispielsatz verdeutlicht, dass einige Negationen wichtige inhaltliche Funktionen in Sätzen erfüllen, wie in diesem Fall das Negationselement in der Aussage, dass die Kultur in Frankfurt von der Stadt subventioniert wird, *nicht wie anderswo vom Land*. Hier dient die Negation also dazu, einen Kontrast herzustellen: den zwischen den unterschiedlichen Situationen in der Kulturförderung. Dagegen sind die doppelte Verneinung *nicht ohne* sowie *nicht zuletzt* rhetorische Figuren. Wie bereits in Kapitel 2 erwähnt, ist das stilistische Element der Litotes ein uneigentlicher Ausdruck, in diesem Fall die Verneinung des Gegenteils, also zum Beispiel die Umschreibung von 'gut' durch *nicht schlecht*. Die Litotes-Umschreibungen im Beispielsatz betonen die auf darauf folgenden Elemente.

Tabelle 4.2 zeigt die Häufigkeiten der Negationselemente im Subkorpus.

Negationen mit *nicht* dominieren. In der untersuchten Stichprobe machen sie rund zwei Drittel der aufgetretenen Negationselemente aus. Das Negationselement *kein* tritt in verschiedenen Flektionsformen wie *keine*, *keinem* usw. auf. Für die Zählung der Auftretenshäufigkeit wurden die Flektionsformen zusammengefasst. Ausnahmen bilden die Formen *keins* und Zusammensetzungen wie *keineswegs*. *Keins* kann nicht wie die anderen Flektionsformen von *kein* unmittelbar mit einer folgenden Nominalphrase im Singular verbunden sein, d.h. *kein Mitglied*, aber: *keins der Mitglieder* oder als Ellipse auftreten:

(4.1) *Welches Mitglied meinst du? – Keins.*

*keinerlei*, *keineswegs* und *keinesfalls* sind lexikalisierte Zusammensetzungen, deren ursprüngliche Bedeutung als Substantivkomposita sich zu einem adjektivisch (im Fall von *keinerlei* oder adverbial (im Fall von *keineswegs* und *keinesfalls*) gebrauchten Negationselement verengt bzw. verschoben hat.

Negationselement	Häufigkeit	Anteil
<i>nicht</i>	468	66,7%
<i>kein, kein-</i>	103	14,7%
<i>ohne</i>	53	7,5%
<i>nichts</i>	23	3,3%
<i>nie</i>	21	3,0%
<i>weder noch</i>	10	1,4%
<i>niemand</i>	8	1,1%
<i>keinerlei</i>	3	0,4%
<i>niemandem</i>	3	0,4%
<i>nirgendwo</i>	2	0,3%
<i>keineswegs</i>	2	0,3%
<i>niemanden</i>	2	0,3%
<i>keins</i>	1	0,1%
<i>nicht-</i>	1	0,1%
<i>nirgends</i>	1	0,1%
<i>niemals</i>	1	0,1%

**Abbildung 4.2:** Negationselemente im NEGRA-Korpus

## Skopus

In der Linguistik wird Negationsskopus üblicherweise der syntaktischen Phrase zugewiesen, die im unmittelbaren Einflussbereich der Negation steht. In vielen Fällen ist beispielsweise die Verbalphrase (VP) der Skopus von Negationen, die durch das Negationselement *nicht* ausgedrückt werden. Falls wiederum *niemand* das Subjekt oder Objekt eines Satzes ist, ist die Nominalphrase der Negationsskopus.

In der automatischen Verarbeitung weitet man den Begriff des Negationsskopus jedoch aus: Hier wird der Negationsskopus nicht mit einer grammatischen Konstruktion assoziiert, sondern vielmehr als die negierte Aussage (vgl. zum Beispiel [77]). Der Negationsskopus kann bestimmt werden durch die Verwendung eines Paraphrasen-Tests [109, 77]. Als Skopus gilt demnach der Bereich eines Satzes, der umschrieben werden kann durch die Phrase:

(4.2) *Es ist nicht der Fall, dass [...]*

In den Fällen, in denen das grammatische Prädikat eines Satzes mit *nicht* negiert ist, wird nicht die Verbalphrase als Skopus herangezogen, sondern die Prädikat-Argument-Struktur, die die negierte Aussage bildet. Bei der Bestimmung des Negationsskopus wird allerdings mit dem Negationselement unterschiedlich verfahren. [109] annotiert Negationselement als Teil des Ne-

gationsskopus, während [77] Negationselemente als außerhalb des Skopus stehend behandelt. Wie [77] betrachten wir in unserem Ansatz Negationselemente als nicht zum Skopus gehörig.

Ebenfalls analog zu [77] definieren wir Skopus nicht im grammatischen Sinn, sondern als Aussage oder Prädikat-Argument-Struktur, die Negation enthält. Das folgende Beispiel illustriert die Annotation des Skopus.

- (4.3) *Sportdezernentin Sylvia Schenk rügt,*  
    ⟨NEG.SC.1.1⟩*der Vertrag sei*⟨/NEG.SC.1.1⟩  
    ⟨NEG.1⟩*ohne*⟨/NEG.1⟩  
    ⟨NEG.SC.1.2⟩*Absprache mit der Kommune entstanden*⟨/NEG.SC.1.2⟩,  
    *ginge aber zu deren Lasten.*  
    [1217]

Der negierte Bereich oder Skopus kann paraphrasiert werden als 'Es ist nicht der Fall, dass der Vertrag in Absprache mit der Kommune entstanden ist'. Im Beispiel ist das Negationselement *ohne* mit NEG.1 annotiert, der Skopus der Negation mit NEG.SC.1.1 und NEG.SC.1.2. Da wir das Negationselement nicht als Teil des Skopus betrachten, besteht der Negationsskopus nach unserer Definition aus zwei Teilen.

Das folgende Beispiel zeigt die Annotation der Negation in einem Satz, der drei Negationselemente enthält:

- (4.4) ⟨NEG.SC.1.1⟩⟨NEG.SC.2.1⟩*eine Mitgliedschaft in der WEU ist für*  
    *Schweden*⟨/NEG.SC.2.1⟩  
    *zwar*⟨/NEG.SC.1.1⟩  
    “⟨NEG.1⟩*nicht*⟨/NEG.1⟩  
    ⟨NEG.SC.1.2⟩*aktuell*⟨/NEG.SC.1.2⟩”,  
    *aber*⟨/NEG.SC.2.1⟩  
    ⟨NEG.2⟩*nicht*⟨/NEG.2⟩  
    ⟨NEG.SC.2.2⟩*undenkbar*⟨/NEG.SC.2.2⟩, *und*  
    ⟨NEG.SC.3.1⟩*auch von einer erweiterten NATO oder anderen künftigen*  
    *Sicherheitsstrukturen will man sich*⟨/NEG.SC.3.1⟩  
    ⟨NEG.3⟩*nicht*⟨/NEG.3⟩  
    ⟨NEG.SC.3.1⟩*ausschließen.*⟨/NEG.SC.3.2⟩  
    [2902]

In diesem komplizierten Fall hilft der Paraphrasen-Test mit 'es ist nicht der Fall, dass' bei der Bestimmung des Negationsskopus. Der Skopus des ersten Negationselements kann durch die Paraphrase 'Es ist nicht der Fall, dass eine Mitgliedschaft in der WEU für Schweden aktuell ist' umschrieben werden. Im Fall des zweiten Negationselements kann die Paraphrase 'Es ist nicht der Fall, dass eine Mitgliedschaft in der WEU für Schweden undenkbar ist' lauten. Die beiden

Skopusbereiche sind also überlappend. Der Skopus für das dritte Negationselement ist die letzte Aussage in diesem komplexen Satz. Diese Aussagen kann paraphrasiert werden als 'Es ist nicht der Fall, dass man sich von einer erweiterten NATO oder anderen künftigen Sicherheitsstrukturen ausschließen will'. Wie dieses Beispiel zeigt, ist die Bestimmung der negierten Aussage oft nicht trivial, und die Annotationen können entsprechend komplex und unübersichtlich werden. Der Paraphrasen-Test hilft jedoch in der Bestimmung des negierten Skopus oder Kontexts.

Probleme bereiten Konstituentennegationen, bei denen nicht der ganze Satz oder eine abgeschlossene Aussage, sondern eine Konstituente bzw. ein Teil der Aussage negiert wird:

(4.5) <NEG.SC.1.1>Die Stimmung in Frankfurt nach Börsenschluß war</NEG.1.1> gut, doch <NEG.1>nicht</NEG.1> <NEG.SC.1.2>euphorisch</NEG.SC.1.2>. [880]

Hier lässt sich der negierte Bereich mit der Paraphrase 'Es ist nicht der Fall, dass die Stimmung in Frankfurt nach Börsenschluss euphorisch war' umschrieben werden. In diesem Fall ist der Skopus diskontinuierlich nicht nur wegen des Negationselements, sondern auch wegen eines eingeschobenen positiven Bereichs.

Auch wenn bei der Bestimmung des Skopus der Fokus nicht auf syntaktischen Konstituenten, sondern auf Aussagen liegt, so liefert der grammatische Negationskontext jedoch Hinweise zu der Art des Prädikats, das negiert wird. Bezieht sich das Negationselement *nicht* beispielsweise auf eine Verbphrase, so enthält diese das negierte Prädikat im Sinne einer Prädikat-Argument-Struktur. Tabelle 4.3 zeigt, welche syntaktischen Konstituenten den Skopus der Negationen im Korpus bilden. Dabei wird immer die ganze Verbalphrase als Skopus angenommen, auch wenn das Negationselement vor einem Adverb innerhalb der Verbalphrase steht und dieses negiert.

Konstituente	Häufigkeit	Anteil in %
Verbalphrase (VP)	516	73,2
Nominalphrase (NP)	160	22,7
Satz/Teilsatz (XP)	15	2,1
Adjektivphrase (AP)	13	1,8
Präpositionalphrase (PP)	1	0,1

**Abbildung 4.3:** Konstituenten, die ein negiertes Prädikat ausdrücken

Im folgenden werden die syntaktischen Konstituenten aufgelistet, die im Skopus einer Negation auftreten können. Die Konstruktionen, die als Träger eines negierten Prädikats dienen können, werden anhand von Beispielen erklärt.

## Verbalphrase (VP) mit Negation

Am häufigsten treten Negationen im Korpus innerhalb einer Verbalphrase auf. Negierte Verbalphrasen können eine Satznegation sein oder eine Konstituentennegation. Häufig ist es schwierig, diese beiden Negationstypen ohne zusätzliches Hintergrundwissen zu unterscheiden. Verbalphrasen mit Vollverben werden ebenso negiert wie Kopulakonstruktionen.

Im folgenden Beispielsatz handelt es sich um eine Negation mit einer Verbalphrase im Skopus, ergänzt durch einen mit *zu* erweiterten Infinitiv:

- (4.6) <NEG.SC.1.1>Uns verbleibt einfach</NEG.SC.1.1>  
<NEG.1>nicht</NEG.1>  
<NEG.SC.1.2>mehr die Zeit, den Dialog und die Beantwortung brennender Fragen  
routinemäßig anzugehen.</NEG.SC.1.2>  
[2495]

Die Negation befindet sich in der Verbalphrase vor einem Adverb (*mehr*) und modifiziert das Adverb. Als Negationsskopos markiert ist die ganze Aussage einschließlich der untergeordneten erweiterten Infinitivkonstruktion, obwohl in diesem Fall primär das temporale Adverb *mehr* negiert ist.

Ohne Hintergrundwissen kann echte Satznegation in manchen eindeutigen Fällen von der Wortstellung und von fehlenden Adverbien abgelesen werden, wie der folgende Beispielsatz zeigt:

- (4.7) <NEG.SC.1>Folklore, Rock, Klassik und Jazz zu vermischen reicht ihnen</NEG.SC.1>  
<NEG.1>nicht</NEG.1>,  
sie nutzen die Elektronik und sind sogar dazu übergegangen, Instrumente selbst zu  
bauen. [3]

Auf *nicht* folgen keine Konstituenten, die negiert sein könnten; es steht am Ende der ersten satzwertigen Konstruktion. Daher ist davon auszugehen, dass es sich um eine Negation der ganzen Verbalphrase handelt. Solche von der Satzstruktur her eindeutigen Fällen sind allerdings eher selten.

## Nominalphrase (NP) mit Negation

Formen von *kein* negieren Nominalphrasen, ersetzen den Artikel und sind mit der auf sie folgenden Nominalphrase kongruent, also in grammatischer Übereinstimmung, wie im folgenden Beispielsatz:

- (4.8) Frank Seidels Selbstverständnis: ‘<NEG.SC.1.1>Ich bin</NEG.SC.1.1> Unterhalter,  
Dienstleister,

<NEG.1>kein</NEG.1>  
<NEG.SC.1.2>Journalist</NEG.SC.1.2>.’  
[280]

Eine weitere Form der Nominalphrasen-Negation ist die Kombination von *nichts* mit einem substantivierten Adjektiv (auch im Komparativ):

(4.9) <NEG.SC.1.1>Für ihn gibt es</NEG.SC.1.1>  
<NEG.1>nichts</NEG.1>  
<NEG.SC.1.2>Schöneres</NEG.SC.1.2>,  
als ein ehemaliges Plumpsklo oder eine alte Müllgrube zu entdecken.  
[2152]

Diese Konstruktion ist auch mit *anderes* möglich:

(4.10) ‘Man produziert Unsinn, weil die Leute Unsinn wollen - und die Leute wollen Unsinn,  
<NEG.SC.1.1>weil sie</NEG.SC.1.1>  
<NEG.1>nichts</NEG.1>  
<NEG.SC.1.2>anderes</NEG.SC.1.2>  
mehr kennen.’  
[1955]

Bei negierten Nominalphrasen treten die Negationselemente *keine, keiner, keinem, keinen, keines* und *nichts* an die Stelle von Artikeln, auch wenn im positiven Fall keine Artikel stehen (z.B. *kein Geld*). Positive Entsprechungen der Negationen sind die Formen für *ein* für die Formen von *kein* und *etwas* für *nichts*.

### **Satz/Teilsatz mit globaler Negation**

Auch ein Satz oder ein Teilsatz kann negiert werden. *ohne dass* (im Beispielsatz aus dem Korpus in der alten Rechtschreibung) leitet einen Teilsatz ein und negiert gleichzeitig die im Teilsatz enthaltene Aussage:

(4.11) *Da der Kiel ‘wenig Farbe abgibt, kann ich kleine Details malen,*  
<NEG.1>ohne</NEG.1>  
<NEG.1.1>daß sie ineinander verlaufen</NEG.1.1>’,  
erklärt die Freizeitmalerin.  
[353]

Falls ein bereits genanntes Subjekt noch einmal aufgenommen werden soll, ist auch eine Kombination von *ohne* mit einem mit *zu* erweiterten Infinitiv möglich. Auch in diesem Fall wird die nachfolgende Aussage verneint, wie im folgenden Beispielsatz:

- (4.12) <NEG.SC.1.1>*Rainer Stegmann bewältigte die Schwierigkeiten des Stücks, allerdings*</NEG.SC.1.1>  
<NEG.1>*ohne*</NEG.1>  
<NEG.SC.1.2>*zu glänzen.*</NEG.SC.1.2>  
[3724]

*Nein* antwortet auf echte, rhetorische oder implizit angenommene Fragen. Dabei kann es entweder als Ellipse allein stehen oder einen negierten Satz einleiten, wodurch die folgende Negation noch einmal verstärkt wird:

- (4.13) <NEG.1>*Nein*</NEG.1>,  
<NEG.SC.1.1><NEG.SC.2.1>*Jens kann sich*</NEG.SC.2.1>  
<NEG.2>*nicht*</NEG.2>  
<NEG.SC.2.2>*vorstellen, noch einmal aufs Land oder in eine Kleinstadt zu ziehen*</NEG.SC.2.2></NEG.SC.1.1>,  
*denn die 'Erinnerung an sieben Jahre Versteckspiel, die bleibt'.*  
[2312]

In diesem Fall könnte das einleitende *Nein* auch weggelassen werden, und die Bedeutung würde sich nicht ändern.

### **Adjektivphrase (AP) mit Negation**

*nicht* kann auch vor Adjektiven oder adjektivierten Partizipien stehen und diese negieren, auch im Zusammenhang mit Adverbien, die typischerweise Adjektive modifizieren, wie *sehr*, *besonders*, *richtig*: *nicht sehr gut*, *nicht besonders gut*, *nicht richtig gut*, *eine nicht sehr gute Leistung*, *eine nicht besonders gute Leistung*, *eine nicht richtig gute Leitung*. Beim folgenden Beispielsatz ist *nicht* im Attribut mit dem temporalen Adverb *mehr* kombiniert:

- (4.14) *Die Einsicht des Subjektes in seine eigene Naturhaftigkeit wird auf der Ebene des Werkes durch die Spannung zwischen rationaler Konstruktion und dem Eindringen ungebändigter,*  
<NEG.1>*nicht*</NEG.1>  
<NEG.SC.1.1>*mehr domestizierter und harmonisch zusammengefügter Elemente*</NEG.SC.1.1>  
*realisiert.*  
[1821]

Der Skopus ist hier eher schwer zu bestimmen, da es sich um eine Konjunktion handelt, bei der das Negationselement *nicht* nicht nur mit dem temporalen Adverb *mehr* und dem Partizip *domestizierter* verbunden ist, sondern auch mit dem Partizip *zusammengefügter*, das wiederum durch das adverbisch gebrauchte Adjektiv *harmonisch* modifiziert wird. Nur mit Hilfe von Kontext- oder Weltwissen wird ersichtlich, dass sich der Negationsskopus vermutlich auf *mehr domestizierter und harmonisch zusammengefügt* erstreckt, da die beiden Elemente der Konjunktion eine gewisse semantische Ähnlichkeit aufweisen und daher vermutlich beide nicht zutreffen, d.h. negiert sind. Auch in diesem Fall hilft der Paraphrasen-Test: der Bereich des Negationsskopus lässt sich umschreiben mit der Aussagen 'es ist nicht der Fall, dass die Elemente noch domestiziert und harmonisch zusammengefügt sind'. Aus diesem Grund wird die Nominalphrase als Skopus markiert, obwohl die Negation in der Adjektivphrase auftritt.

### **Präpositionalphrase (PP) mit Negation**

*Nichts* kann nicht nur eine Objektstelle einnehmen, wie im Beispiel

(4.15) *Ich habe nichts gesehen.*

oder ein substantiviertes Adjektiv negieren, wie im Fall von

(4.16) *nichts Gutes*

*Nichts* kann auch im Kontext einer Präpositionalphrase auftreten. Im Korpus findet sich hierfür allerdings nur ein Beispiel:

*Ein Fall von Zweitverwertung, ein Zeugnis anerkannter journalistischer Arbeit,*  
<NEG.1>nichts</NEG.1>  
<NEG.SC.1.1>von Dauer</NEG.SC.1.1>.  
[2506]

Die Formulierung *nichts von Dauer* ist in diesem Fall inhaltlich äquivalent zu *nichts Dauerhaftes*.

## **4.4 Zusammenfassung: Empirische Grundlagen – Negationsstruktur in einem Korpus**

Dieses Kapitel beschreibt die empirische Studie, die auf der Grundlage eines deutschsprachigen Zeitungskorpus durchgeführt wurde und die den Kern der in dieser Arbeit entwickelten

Beschreibung und Klassifikation der Negation bildet. Es wurden Vorkommen von expliziter Negation und ihrem Skopus analysiert und annotiert. Es wurden alle lexikalisch realisierten Negationselemente berücksichtigt.

Das Ziel der Untersuchung ist zum einen, eine Typologie der expliziten Negation in deutschsprachigen Zeitungstexte zu entwickeln, die als Grundlage für ein Verfahren dient, das Negation automatisch identifiziert. Zum anderen soll ein Negationskorpus für die Domäne geschaffen werden, in dem Negation und ihr Skopus annotiert sind. Aus diesem Grund wird untersucht, welche Negationselemente vorkommen, welchen Skopus sie haben können und wie sie bei einer automatischen Verarbeitung von Texten, wie sie in Kapitel 3 in verschiedenen Anwendungsbereichen beschrieben wird, behandelt werden sollen. Im Gegensatz zu biomedizinischen Texten, die von vielen der im vorigen Kapitel beschriebenen Anwendungen verarbeitet werden, zeichnen sich Nachrichtentexte, wie zum Beispiel Zeitungsartikel, in der Regel durch Allgemeinverständlichkeit, aber auch durch eine große Vielfalt an Themengebieten und sprachlichen Formen aus. Auch im Fall der Nachrichtentexte wurden die meisten Ressourcen für englischsprachige Texte entwickelt.

Um Ressourcen zum Auftreten und zur Funktion der Negation im Deutschen und in der Domäne der Nachrichtentexte zu schaffen, wurde auf der Grundlage des NEGRA-Korpus ein Negations-Subkorpus erstellt. Dazu wurden manuell aus den ersten 4000 Sätzen des NEGRA-Korpus diejenigen Sätze extrahiert, in denen ein oder mehrere lexikalisch realisierte Negationselemente vorkommen. Explizite Negation ist ein relativ häufiges Phänomen: Von den untersuchten 4000 Sätzen enthielten 626 Sätze (15,7%) mindestens ein Negationselement. Dabei kommen mit *nicht* gebildete Negationen in der untersuchten Stichprobe am häufigsten vor. Sie können im Kontext von Verbalphrasen, Adverbialphrasen oder Attributen als Skopus auftreten. Auch Nominalphrasen, ganze Sätze oder Teilsätze sowie Präpositionalphrasen können negiert werden.

Um mehr Informationen für nachfolgende Anwendungen zu bieten, wird nicht die negierte grammatische Konstruktion als Skopus betrachtet, sondern vielmehr die gesamte Aussage, die negiert wird. Da es bei Anwendungen der Informationsextraktion meist wichtig ist, die im Text getätigten Aussagen zu identifizieren, wird in der vorliegenden Arbeit untersucht, auf welche Aussage oder Prädikat-Argument-Struktur sich eine Negation bezieht. Diese Sicht des Negationsskopus ist analog zu anderen Ansätzen, die Negation aus dem Blickwinkel der automatischen Verarbeitung untersuchen.

Die empirische Untersuchung, die in diesem Kapitel beschrieben wird, führt zu zwei wesentlichen Ergebnissen. Zum einen liefert sie Erkenntnisse zu Form und Häufigkeit des Auftretens von Negation in der Domäne der deutschsprachigen Zeitungstexten. Dies beinhaltet auch die Bestimmung der verwendeten Negationselemente und die Analyse des assoziierten Negationsskopus. Auf diese Weise konnten Beobachtungen zur Realisierung von Negation in der Domäne gemacht werden, die bisher vor allem für das Deutsche nicht vorlagen. Zwar gibt es Grammatiken für das Deutsche, die das Phänomen der Negation aus deskriptiver oder teilweise aus präskriptiver Perspektive beleuchten. Die beschriebene Studie auf deutschen Zeitungstexten liefert jedoch auch Aufschlüsse einerseits über den tatsächlichen Sprachgebrauch und andererseits über die Häufigkeit des Auftretens der jeweiligen Elemente, die in Negationskontexten vorkommen können.

Das zweite wesentliche Ergebnis der empirischen Untersuchung ist die erstellte Ressource in Form eines Negationskorpus mit manuell annotierten Negationselementen und Negationsskopus, die erstmals eine wichtige Datengrundlage für die automatische Negationsverarbeitung im Deutschen bereitstellt.

# Empirische Grundlagen: Funktion der Negation im Korpus

Im Kapitel 4 wurde beschrieben, wie Negation in der Domäne der Zeitungstexte ausgedrückt wird und in welchen syntaktischen Kontexten sie auftritt. Das vorliegende Kapitel behandelt den zweiten Teil der empirischen Untersuchung und beschreibt die verschiedenen Funktionen, die Negation im Korpus erfüllt. Als Maßstab für die Bestimmung der Funktion dient die Perspektive der Informationsextraktion, die im Kapitel 3 dargestellt wurde. Die Differenzierung der Funktionen baut auf den Erkenntnissen der Analyse von Negation und ihren Funktionen aus linguistischer Sicht auf, wie sie im Kapitel 2 beschrieben wurde. Bei der Analyse der Negationsphänomene muss eine Klassifikation der Funktion unterschiedliche linguistische Beschreibungsebenen einbeziehen: Eine Negation negiert nicht nur Aussagen, sondern kann beispielsweise ein Teil einer Redewendung sein, so dass das eigentliche Negationselement eine lexikalische Einheit mit dem Kontext bildet. Zudem können Negationen Bestandteil der ausgedrückten Sprechereinstellung sein oder eine rhetorische oder stilistische Funktion erfüllen, zum Beispiel um verschiedene Elemente des Textes bedeutungsvoll miteinander zu verbinden.

## 5.1 Negation und Aussagen

Wie die vorigen Kapitel bereits gezeigt haben, ist bei der Klassifikation von Negation wichtig zu bestimmen, in welchem Aussagekontext sie auftritt. Eine Negation kann eine ganze Aussage oder Teile einer Aussage negieren. In vielen Ansätzen werden Prädikat-Argument-Strukturen verwendet, um Aussagen zu repräsentieren. Bei der Ableitung einer Klassifikation der Negationsfunktion soll also berücksichtigt werden, welche Rolle die zu betrachtende Negation im Kontext der Prädikat-Argument-Struktur spielt.

Während das Information Retrieval meist auf dem Identifizieren und Indizieren von einzelnen Worten oder Konzepten beruht und wenig Möglichkeiten bietet, negierte Konzepte miteinzubeziehen, sind in der Informationsextraktion Prädikat-Argument-Strukturen wichtig [102, 14]. Prädikat-Argument-Strukturen beschreiben Inhalte, die in Sätzen und Teilsätzen vorkommen, in strukturierter Form. Die beschriebenen Inhalte entsprechen den Aussagen, die von den Autoren der Texte gemacht werden. In vielen Fällen sind Prädikate in Verben ausgedrückt, und die Argumente im Satzsubjekt und in Objekten, also Argumenten des Satzes. Adjunkte, zum Beispiel in Form von Adverbien, spezifizieren das Prädikat näher. Prädikate können allerdings auch durch Substantive und Adjektive ausgedrückt werden. [26] gehen davon aus, dass auch Diskurs-Konnektoren wie *und*, *folglich*, *zum Beispiel* Prädikat-Argument-Strukturen markieren können. Substantivierungen, die sehr komplexe Relationen ausdrücken können, kommen häufig in Zeitungstexten vor und nehmen stark zu [89]. Mit in Prädikat-Argument-Strukturen gesammelter Information lassen sich domänenspezifische Templates befüllen, um größere inhaltliche Zusammenhänge, die für eine Anwendung relevant sind, zu repräsentieren. Zum Training von automatischen Verfahren werden Korpora mit Prädikat-Argument-Strukturen annotiert; [71] beschreiben Konventionen zur Annotierung von Prädikat-Argument-Strukturen im Penn-Treebank-Korpus.

Zur Bestimmung und Annotierung der Negationsfunktion ist zu unterscheiden, zu welchem Bestandteil einer Prädikat-Argument-Struktur die Negation gehört. Zudem ist für die weitere Verarbeitung wichtig zu bestimmen, ob ein negiertes Textelement den propositionalen Gehalt eines Satzes prägt, die Einstellung von Sprechern zu bestimmten Inhalten charakterisiert, welche rhetorische oder stilistische Funktion eine Negation erfüllt, ob sie Bestandteil einer Redewendung ist oder ob sich die Negation auf temporale Information bezieht. Im Kontext einer Prädikat-Argument-Struktur kann Negation auf das Prädikat (zum Beispiel bei einer Satznegation), auf Argumente oder Adjunkte (bei der Konstituentennegation) sowie auf die Relation zwischen zwei oder mehreren Prädikat-Argument-Strukturen beziehen.

Direkt auf die Prädikat-Argument-Struktur wirken sich vor allem die Negationen aus, die zum propositionalen Gehalt eines Satzes beitragen. Die Negation innerhalb einer Aussage über die Sprecherhandlung ist wiederum eine wichtige Information für das Opinion Mining und die Sentiment Classification, da aus der Negation wichtige Erkenntnisse zur Sprechereinstellung gewonnen werden können. Indirekt relevant für die Informationsextraktion sind Fälle, in denen die Negation eine überwiegend stilistische Funktion hat, da Negationen und ihre Kontexte rhetorische Relationen zwischen Textabschnitten markieren können. Doppelte Verneinungen tragen eher wenig zum Informationsgehalt eines Textes bei und ersetzen in ihrer Funktion lediglich positive Umschreibungen, während Redewendungen, die Negationselemente enthalten, nicht mit ihren Bestandteilen die Bedeutung eines Textteils mitbestimmen, sondern als Ganzes eine Umschreibung bilden.

Aussagen, Aussageverknüpfungen und Sprechereinstellungen sind wichtige Konzepte der Satzsemantik, anhand derer die Bedeutung von Sätzen abgeleitet wird. Diese Konzepte werden in dem in dieser Arbeit beschriebenen Ansatz übernommen, weil sie die unterschiedlichen Ebenen, auf denen Negation Funktionen erfüllt, widerspiegeln, d.h. in Bezug auf den propositionalen Gehalt, die rhetorische Struktur und Sprechereinstellungen widerspiegeln. Umschreibungen wie

Redewendungen spielen eine Sonderrolle, da ihre Elemente nicht dynamisch durch ihre spontane Zusammenstellung Bedeutung konstituieren, sondern vielmehr als Kombination bereits lexikalisiert sind, häufig mit einer neuen Bedeutung, die sich von der Summe der Bedeutungen der einzelnen Bestandteile verschoben hat.

Die Funktion von Negation lässt sich zunächst grob danach bestimmen, welchen Bezug die Negation zu einer Aussage hat, in deren Kontext sie vorkommt. Negation kann lokal innerhalb einer Aussage stehen und nur diese negieren oder aber auf andere Aussagen ausstrahlen. Negationen können in Sprechereinstellungen zu eingebetteten Aussagen oder in Abfolgen von Aussagen auftreten. Als komplexe Aussagen aus Sicht der Analyse von Negation werden die Fälle betrachtet, in denen Negationen als Teile von Konnektoren im Sinne der Satzsemantik [89] oder Markern von rhetorischen Relationen im Sinne der Rhetorical Structure Theory (RST [69]) auftreten. In diesen Fällen verbinden Negationselemente Abfolgen von Aussagen und stellen sie in einen Zusammenhang. Negationen können auch Informationen über Sprechereinstellungen liefern.

### Negation und Aussagekern

Tritt eine Negation lokal innerhalb einer Aussage auf, so negiert sie diese Aussage entweder als Ganzes oder in Teilen. In der Regel weist die Negation eine der Aussage zugrunde liegende positive Annahme zurück. Es gibt jedoch einige rhetorische oder stilistische Figuren, die zwar ein oder mehrere Negationselemente enthalten, jedoch erfüllt die Negation nicht mehr die Funktion, eine echte Erwartung zurückzuweisen, sondern ist Bestandteil einer formelhaften Umschreibung. In der Satzsemantik greift man zur Beschreibung des Verhältnisses zwischen der einer Proposition zugrunde liegenden Annahme und einer sprachlichen Form auf die Begriffe Präsupposition und Assertion zurück [101]. Die Unterscheidung in Bezug auf Negation ist anhand eines Beispielsatzes aus dem Korpus in Tabelle 6.1 dargestellt. Dabei ist eine Proposition der Inhalt oder Sachverhalt in der außersprachlichen Wirklichkeit, über den eine Aussage gemacht wird. Eine Präsupposition repräsentiert den Hintergrund, der bei einer Aussage als gegeben angenommen wird. Propositionen und Präsuppositionen sind für negierte und nicht negierte Sätze konstant. Eine Negation wirkt sich nur auf der Ebene der Aussage oder Assertion aus.

<b>Beispielsatz</b>	Selbst die flotteren Passagen werden nie ausgelassen und fröhlich. [35]	+ Negation
<b>Proposition</b>	<i>langleflottere Passagen</i> [ ausgelassen und fröhlich werden ]	– Negation
<b>Präsupposition</b>	Es gibt vergleichsweise flottere Passagen.	– Negation
<b>Assertion</b>	Es gibt vergleichsweise flottere Passagen die nie ausgelassen und fröhlich werden	+ Negation

**Abbildung 5.1:** Negation und Proposition, Assertion, Präsupposition

Wenn Negation in Kernaussagen auftritt, so kann man den Satzinhalt mit Prädikat-Argument-Strukturen repräsentieren. Die Negation bezieht sich dabei entweder – wie im Beispielsatz aus Tabelle 6.1 – auf das Prädikat oder auf einzelne Argumentstellen oder Adjunkte. Adjunkte treten meist in Form von Adverbialphrasen auf, die inhaltlich die Aussage beispielsweise hinsichtlich Zeit und Ort in einen Bezugsrahmen einbinden. Sind Adjunkte negiert, so weisen die Textproduzenten Erwartungen hinsichtlich dieses Bezugsrahmens zurück. Beispielsweise liegt dem Satz aus dem Korpus

(5.1) *Bäcker wollte er eigentlich nie werden.* [524]

offenbar die Erwartung zugrunde, dass jemand, der Bäcker ist, auch schon länger vorher Bäcker werden wollte, was hier nicht der Fall ist oder war.

Negation in Kernaussagen geht mit einem lokal begrenzten Negationsskopus einher. Zur Interpretation der Negation muss in der Regel kein Kontextwissen aus vorangegangenen oder nachfolgenden Sätzen herangezogen werden. Außerdem gibt es kein Zusammenwirken von Sprechereinstellung und eingebetteter Aussage.

## **Negation und Aussagesequenzen**

In vielen Fällen beschränkt sich Negation nicht auf den Aussagekern, sondern spielt eine Rolle in der Verbindung von aufeinander folgenden Aussagen. Je nach zugrunde liegender Theorie werden diese inhaltlichen Verbindungen zwischen Aussagen unterschiedlich bezeichnet. Der Begriff der Aussageverknüpfungen wird in der Satzsemantik verwendet, um zu beschreiben, mit welchen sprachlichen Mitteln inhaltliche Zusammenhänge zwischen Aussagen hergestellt werden [89]. In der Rhetorical Structure Theory [69] beschäftigt man sich mit der Modellierung dieser Relationen, um textuelle Strukturen angemessen analysieren und generieren zu können. Die Segmented Discourse Representation Theory (SDRT, [7]) ist eine Erweiterung der Discourse Representation Theory (DRT [51]) und hat eine Reihe von Diskursrelationen definiert, die Zusammenhänge von Diskurseinheiten beschreiben. Das verwendete Inventar an rhetorischen Relationen, Kohärenzrelationen bzw. Diskursrelationen variiert sehr stark in den unterschiedlichen Ansätzen. In vielen Fällen wird eine Untermenge von Relationen ausgewählt, die von besonderer Bedeutung für eine Anwendung oder einen bestimmten Zusammenhang sind.

Rhetorische Relationen können Abfolgen von Aussagen innerhalb einer Satzkonstruktion verbinden, wenn ein Satz mehr als eine Aussage enthält. Darüber hinaus können die Relationen mehrere Aussagen satzübergreifend logisch verknüpfen. In der Stilistik geht man davon aus, dass ein Text, der durch deutlich signalisierte rhetorische Relationen geprägt ist, lesbarer ist als ein Text, bei dem die Aussagen ohne Konnektoren aufeinander folgen. Daher kommt dem Einsatz von Diskursmarkern, die rhetorische Relationen signalisieren, besondere Bedeutung bei der automatischen Generierung von Texten zu, um möglichst kohärente und lesbare Texte zu erzeugen [43, 42].

Ansätze zur automatischen Erkennung von rhetorischen Relationen und zum Diskursparsing gehen meist von Schlüsselwörtern wie Diskurspartikeln und Konjunktionen aus, die als Signale für bestimmte Relationen gelten können. Mit rhetorischen Relationen annotierte Korpora dienen als Trainingsmaterial für maschinelle Lernverfahren, um anhand der Schlüsselwörter rhetorische Relationen zu identifizieren und zu klassifizieren [98, 99].

Bei der Untersuchung der rhetorischen Relationen im Subkorpus, die durch Negationselemente markiert sind, kann man beobachten, dass Negationen im Zusammenhang mit drei Relationstypen auftreten:

- CONTRAST-Relation
- CONTINUATION-Relation
- CONDITION-Relation

Diese drei Relationen werden im folgenden kurz beschrieben und durch entsprechende Beispiele aus dem Korpus illustriert.

### **CONTRAST-Relation**

Bei einer kontrastiven Relation wird eine Erwartung betreffend einer Information mit einer Negation zurückgewiesen und durch die tatsächlichen Gegebenheiten korrigiert. *nicht...sondern* und *nicht...aber* markieren in vielen Fällen eine CONTRAST-Relation. Das Negationselement tritt in Zusammenhang mit einer Aussage auf, die eine angenommene Erwartung beschreibt und diese zurückweist. Die erste Aussage ist als negiert markiert und wird in Kontrast gesetzt zu einer positiven Aussage im zweiten Teil der Satzkonstruktion. Damit ersetzt oder überschreibt der zweite Teil den Inhalt des negierten ersten Teils.

Der folgende Satz ist ein Beispiel für die CONTRAST relation:

(5.2)  $\langle NEG.1 \rangle$  nicht  $\langle NEG.1 \rangle$   $\langle NEG.SC.1 \rangle$  das Wort, sondern die Tat ist wichtig  $\langle NEG.SC.1 \rangle$   
(negation function label: RhetoricalRelation-CONTRAST)  
[2978]

Die Erkennung dieser Relation ist wichtig für die weitere Verarbeitung, da hier ein Teil des Satzes nicht zutrifft, der andere aber schon. Beide Glieder der CONTRAST-Relation, der nicht zutreffende erste Teil und der zutreffende zweite Teil, weisen eine Verwandtheit in der Bedeutung (die auch durch die Antonymie-Relation zwischen beiden Elementen gegeben sein kann) und häufig auch eine Parallelität in der syntaktischen Struktur auf. Im Beispiel ist dies durch die Ähnlichkeit der beiden kontrastierten Elemente *Wort* und *Tat* gegeben, die die gleiche Struktur von einfachen, ohne Attribut auftretenden Nominalphrasen aufweisen.

## CONTINUATION-Relation

Bei der CONTINUATION-Relation handelt es sich um eine rhetorische Relation oder um ein Stilmittel, das eine besondere Betonung der Tatsachen und eine Aufzählung ausdrückt. Zusätzlich kann man auch hier von einer gewissen Korrekturfunktion der Negation ausgehen: es wird die Erwartung oder der Eindruck korrigiert oder zurückgewiesen, dass nur der Inhalt der einen Aussage zutreffend ist; vielmehr gilt ebenso der Inhalt der anderen Aussage.

Im folgenden ein Beispiel aus dem Korpus:

- (5.3)  $\langle \text{NEG.1} \rangle$  *Nicht*  $\langle \text{NEG.1} \rangle$   $\langle \text{NEG.SC.1} \rangle$  *nur*  $\langle \text{NEG.SC.1} \rangle$  *ein Tanz, sondern ein Gefühl*  
(negation function label: RhetoricalRelation-CONTINUATION)  
[3437]

Es handelt sich in dem Fall um eine Aufzählung, die beschreibt, welche Eigenschaften zutreffen und welche Aussagen sich somit treffen lassen. Das Negationselement *nicht* bezieht sich dabei hauptsächlich auf die Einschränkung *nur*. Wie im Fall der CONTRAST-Relation zeigen die Glieder der Aufzählung in einer CONTINUATION-Relation häufig inhaltliche Gemeinsamkeiten und strukturelle Parallelen. Für die automatische Weiterverarbeitung ist es wichtig, die CONTRAST-Relation von der CONTINUATION-Relation abzugrenzen, da die CONTRAST-Relation sehr wohl einen negierten Sachverhalt beschreibt, während die CONTINUATION-Relation aufzählt, wobei der Negation nur eine stilistische oder rhetorische Funktion zukommt.

## CONDITION-Relation

Eine Bedingungs- oder CONDITION-Relation beschreibt die Voraussetzungen, unter denen eine bestimmte Situation eintreten kann. Falls ein oder mehrere Negationselemente in der Formulierung der Bedingung auftritt, zum Beispiel in der Form *wenn nicht...* oder *wenn...nicht*, so beeinflusst die Negation explizit die Wahrheitsbedingungen, die für eine Aussage gelten müssen, damit eine zweite Aussage zutrifft oder eintritt. Ein Beispiel aus dem Korpus:

- (5.4) *Allerdings soll dies nur möglich sein,*  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$  *wenn sich Kunst*  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$   
 $\langle \text{NEG.1} \rangle$  *nicht*  $\langle \text{NEG.1} \rangle$   $\langle \text{NEG.SC.1.2} \rangle$  *in den Dienst politischer Fortschrittskonzepte*  
*stellt.*  $\langle \text{NEG.SC.1.2} \rangle$   
(negation function label: RhetoricalRelation-CONDITION)  
[1810]

In diesem Fall wird eine Bedingung formuliert, die einen negierten Sachverhalt enthält. Nur wenn dieser Sachverhalt eben nicht zutrifft, ist eine bestimmte Konsequenz möglich oder denkbar. Für die automatische Weiterarbeitung ist dies ein interessanter Fall, da hier keine unmittelbare Realität beschrieben wird, sondern vielmehr nur eine Bedingung genannt wird, unter der sich eine neue Entwicklung ergeben kann.

## Negation und Sprechereinstellung

Die Bestimmung der Sprechereinstellung ist für eine Weiterverarbeitung wichtig, wenn subjektive Informationen in Texten relevant für eine Anwendung sind. In diesem Zusammenhang sind vor allem Sentiment-Analyse und Opinion Mining zu nennen, die im Text enthaltene Informationen in Sprechereinstellungen und faktische Information unterteilen. Abhängig von der Anwendung weist ein Klassifikationsverfahren Sprechereinstellungen vordefinierte Kategorien (wie zum Beispiel positive und negative Polarität) zu. Welche Sprechereinstellungen in Texten vorwiegend auftreten, hängt in hohem Maße von der Textsorte und der Anwendung ab.

Im Internet sind große Mengen von benutzergenerierten Inhalten verfügbar. Dies hat dazu geführt, dass diverse Anwendungen, wie Sentiment-Analyse und Opinion Mining, versuchen, die Einstellungen der Benutzer zu bestimmten Themen oder Objekten zu erkennen. Beispielsweise sind Produktbewertungen, wie sie auf Einkaufs-Portalen abgegeben werden, eine Kombination von neutralem Auflisten von Fakten sowie positiven und negativen Einschätzungen. Eine automatische Bewertung der Einschätzungen hilft, die Beziehungen zwischen Benutzern und Produkten sowie die zwischen Produkten und ihren Merkmalen systematisch zu erfassen [66]. Zeitungskommentare sind eine weitere Anwendung, die für die automatische Erfassung von Bewertungen durch Textproduzenten interessant sind, vgl. z.B. [100, 6].

Häufig treten Sprechereinstellungen in Bezug auf Aussagen in Konstruktionen von eingebetteten Aussagen auf. Eingebettete Aussagen können durch Sprechereinstellungen negiert sein:

(5.5)  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$  *An rasche politische Qualitätssprünge glaubt auch der frühere Revolutionär offenbar*  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$   $\langle \text{NEG.1} \rangle$  *nicht*  $\langle \text{NEG.1} \rangle$   $\langle \text{NEG.SC.1.2} \rangle$  *mehr*  $\langle \text{NEG.SC.1.2} \rangle$   
[639]  
(negation function label: SpeakerAttitude)

Während der Teil, der den eigentlich faktischen oder propositionalen Gehalt enthält (*rasche Qualitätssprünge*), kein Negationselement enthält, wird er doch durch die Einschätzung durch den *früheren Revolutionär*, der in diesem Fall als Sprecher zitiert wird, negiert. Damit kehrt die übergeordnete Aussage die Polarität der eingebetteten Aussage um, was als 'negative transfer' bezeichnet wird. Die Intensität des 'negative transfer' hängt von der Qualität der übergeordneten Aussage ab.

Sprechereinstellungen werden im Korpus hauptsächlich durch Verben und Adjektive ausgedrückt, wobei die Negation unmittelbar die Polarität des Adjektivs oder Verbs umkehrt, und in einem zweiten Schritt möglicherweise wie beschrieben die Polarität der eingebetteten Aussage:

(5.6)  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$  *Für*  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$   $\langle \text{NEG.1} \rangle$  *nicht*  $\langle \text{NEG.1} \rangle$   $\langle \text{NEG.SC.1.2} \rangle$  *empfehlenswert hält er Fußball*  $\langle \text{NEG.SC.1.2} \rangle$  [...]   
(negation function label: SpeakerAttitude)

Der Negationsskopos wird bestimmt durch die Anwendung des Paraphrasentests: 'Es ist nicht der Fall, dass er Fußball für empfehlenswert hält'. Hier wird eine zitierte Einstellung ausgedrückt. Daher sollten die Sprechereinstellungen von Opinion-Mining-Systemen den Sprechern ('opinion holders') zugeordnet und eventuelle Modifikatoren und Anaphern berücksichtigt werden [106]. Dies ist relativ leicht in Review-Korpora, aber viel schwerer zum Beispiel in Zeitungskommentaren. Zur Unterscheidung zwischen faktischer Information und Sprechereinstellung wurde das Konzept des 'private state' [90] entwickelt, das später für die Annotierung erweitert wurde [112]. Das 'private state'-Modell beschreibt Meinungen, Emotionen, Spekulationen, Einschätzungen etc. als Zustände, die bestimmte Merkmale oder Slots aufweisen, über die man ihnen eine Struktur zuweisen kann [106]. Diese Zustände werden als Frames mit Sammlungen von Slots repräsentiert, die mit verschiedenen Attributen gefüllt werden können. [62] beschreibt eine Einteilung von Passagen in wissenschaftlichen Publikationen nach dem enthaltenen Typ von Information.

Die semantische Bewertung der Sprechereinstellung bezieht auch Negation ein. Negation fungiert als ein Modifikator der Sprechereinstellung, indem sie die Polarität der ausgedrückten Einstellung in ihr Gegenteil verkehrt. Korpusstudien zeigen, dass bei Nachrichtentexten Sprechereinstellungen häufig in Form von indirekter Rede wiedergegeben werden. Dabei ist es schwierig, Bewertungen und neutrales Wiedergeben von Fakten zu unterscheiden [6], vor allem, wenn keine klare Unterteilung zwischen übergeordneter und eingebetteter Aussage zu beobachten ist.

### Negation in Redewendungen und als Negative Polarity Items (NPIs)

Negation, die in Redewendungen auftritt, sollte für die maschinelle Verarbeitung von Negation erkannt werden, damit nicht aus dem Negationskontext eine wortwörtliche Aussagebedeutung rekonstruiert werden kann. Im folgende Beispiel aus dem Korpus tritt die Redewendung *nicht schlecht staunen* auf:

(5.7) ⟨NEG.SC.1.1⟩*Da staunten die Spaziergänger in der Fußgängerzone der Brückenstraße*⟨NEG.SC.1.1⟩ ⟨NEG.1⟩*nicht*⟨NEG.1⟩  
 ⟨NEG.SC.1.2⟩*schlecht*⟨NEG.SC.1.2⟩. [3528]  
 negation function label: NPI)

*nicht schlecht staunen* ist lexikalisiert und tritt eher nicht in anderen, zum Beispiel positiven, Formen wie *schlecht staunen* oder *gut staunen* auf. In diesem Fall wäre es für die automatische Weiterverarbeitung am besten, wenn nur das Verb *staunen* berücksichtigt würde. Auf jeden Fall sollten Redewendungen markiert werden, damit die einzelnen enthaltenen Lexeme nicht separat als eigenständige Beiträge zur Bedeutung behandelt werden.

Die Liste in Tabelle 6.2 zeigt die im Subkorpus vorkommenden Redewendungen und NPIs.

<i>nicht Kinder von Traurigkeit sein</i>
<i>kein Geringerer als</i>
<i>nicht hinter dem Berg halten</i>
<i>nicht schlecht staunen</i>
<i>nicht verhehlen</i>
<i>über Geld nicht reden sondern es haben</i>

**Tabelle 5.1:** Redewendungen und NPIs im Korpus

## 5.2 Temporale Aspekte der Negation

Negation kann auch zeitliche Abfolgen beschreiben. In diesen Fällen tritt die Negation im Kontext von einem temporalen Adverb auf. Eine spezifische Situation oder ein Ereignis ist laut der der Aussage entweder 'noch nicht' oder 'nicht mehr' eingetreten bzw. gültig. Temporale Einschränkungen treten mit allen Funktionstypen von Negation auf. Daher wird der temporale Aspekt als zusätzliche Funktion annotiert. Das folgende Beispiel aus dem Korpus beschreibt eine Situation, die nach Einschätzung der Textproduzenten nicht mehr zutrifft:

- (5.8)  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$  *Die Arbeit ist zu den Menschen gekommen und*  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$   
 $\langle \text{NEG.1} \rangle$  *nicht*  $\langle \text{NEG.1} \rangle$   $\langle \text{NEG.SC.1.2} \rangle$  *mehr umgekehrt*  $\langle \text{NEG.SC.1.2} \rangle$   
 [991]  
 (negation function label: Statement; Temporal: no longer)

Diese Aussage beschreibt einen Zustandswechsel. Eine Aussage kann auch eine Situation beschreiben, von der man annimmt, dass sie in der Zukunft eintreten wird:

- (5.9) *Ob es im kommenden Jahr wieder eine Zukunftswerkstatt an dem malerischen Stausee in Nordhessen geben wird,*  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$  *steht noch*  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$   $\langle \text{NEG.1} \rangle$  *nicht*  $\langle \text{NEG.1} \rangle$   
 $\langle \text{NEG.SC.1.2} \rangle$  *fest*  $\langle \text{NEG.SC.1.2} \rangle$   
 [1013]  
 (negation function label: Statement; Temporal: no yet)

Ein weiteres Beispiel ist der Satz:

- (5.10) *Allerdings:*  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$  *Häufig wurde die Auszeichnung noch*  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$   
 $\langle \text{NEG.1} \rangle$  *nicht*  $\langle \text{NEG.1} \rangle$   $\langle \text{NEG.SC.1.2} \rangle$  *verliehen*  $\langle \text{NEG.SC.1.1} \rangle$ . [231]  
 (negation function label: Statement; Temporal: no yet)

Hier wird nicht die Aussage negiert, dass die Auszeichnung verliehen wurde, sondern es wird vielmehr die Aussage verneint, dass die Aussage schon häufig verliehen wurde. Zum einen wird die Erwartung zurückgewiesen, dass es schon zu vielen Verleihungen kam. Andererseits impliziert die Formulierung aber möglicherweise, dass in der Zukunft mit einer größeren Zahl an Verleihungen zu rechnen sein könnte. Für die automatische Weiterverarbeitung ist es wichtig, die zeitliche Einschränkung zu berücksichtigen, um in diesen Fällen Aussagen nicht absolut zu negieren, sondern nur im Rahmen von bestimmten zeitlichen Einschränkungen, die vorher oder nachher möglicherweise nicht bestanden haben.

### 5.3 Häufigkeit der Negationsfunktionen im Korpus

Tabelle 5.2 zeigt, wie oft die insgesamt 705 lexikalisch realisierten Negationselemente im Korpus als Bestandteil von Kernaussagen, Aussageverknüpfungen mit ihren Untertypen, Sprechereinstellungen und Kollokationen aufgetreten sind. Die Grundlage bildet die manuelle Annotation.

Typ	Anzahl	Anteil in %
Aussagekern	580	82,3
Aussageverknüpfung	90	12,8
– CONTRAST-Relation	43	6,1
– CONTINUATION-Relation	41	5,8
– CONDITION-Relation	6	0,9
Sprechereinstellung	29	4,1
Kollokation	6	0,9

Abbildung 5.2: Aussagekontexte von Negationen

Rund drei Viertel der Negationen sind lokal innerhalb einer Kernaussage verankert und wirken nicht oder kaum über deren Grenzen hinweg. In rund einem Fünftel der Fälle sind Negationselemente Bestandteile von verknüpften Aussagen oder Bestandteilen von Aussagen. Einen deutlich geringeren Anteil machen Negationen aus, die mit dazu beitragen, die Einstellung der Textproduzenten zu Aussagen zu charakterisieren. In rund einem Prozent der Fälle handelt es sich um Kollokationen, also Redewendungen oder feste Syntagmen, die Negationselemente enthalten.

### 5.4 Zusammenfassung: Empirische Grundlagen – Funktion der Negation im Korpus

In diesem Kapitel wurde anhand von Beispielen erläutert, welche für die automatische Weiterverarbeitung wichtige Funktionen von Negation im Korpus beobachtet werden können. Die

Klassifikation der Funktionen erfolgt aus der Perspektive der Anwendungen, die von der Negationsanalyse profitieren können. Die wesentlichen Anwendungen, für die eine Berücksichtigung von Negation wichtig ist, sind Anwendungen, die Prädikat-Argument-Strukturen aus Texten extrahieren, wie Informationsextraktion und Question Answering, sowie Opinion Mining und Sentiment-Analyse, die Sprechereinstellungen in Texten identifizieren.

Eine wesentliche Unterscheidung bei der Funktion der Negation ist der Beitrag der Negation zum propositionalen Gehalt: im Aussagekern erfüllt Negation die Funktion, den Wahrheitswert einer Aussage umzukehren. Neben dieser zentralen und im Korpus am häufigsten auftretenden Funktion gibt es aber auch andere Negationskontexte, in denen sich der semantische Gehalt der Negation zu einer mehr rhetorischen Funktion verlagert hat. Dies betrifft vor allem die Fälle, wo Negation benutzt wird, um rhetorische Relationen zwischen zwei oder mehr Aussagen zu markieren. Einen ebenfalls reduzierten Gehalt hat Negation, wenn sie innerhalb von NPIs oder Redewendungen auftritt. In diesen Fällen sind die Negationselemente Bestandteile von stark lexikalisierten Ausdrücken, die in positiver oder sonst variiertes Form kaum noch denkbar sind.

Alle Formen von Negation lassen sich zeitlich einschränken. Für die automatische Weiterverarbeitung spielt dies eine wesentliche Rolle, da durch zeitliche Einschränkungen in Negationskontexten meist ein Zustandswandel ausgedrückt wird: ein negierter Sachverhalt, sei es bezogen auf eine Kernaussage, eine Aussageverknüpfung als rhetorische Relation oder eine Sprechereinstellung, wird als nur temporär gültig beschrieben. Entweder der negierte Sachverhalt wird anschließend möglicherweise wahr, oder ein zuvor als wahr beschriebener Sachverhalt erscheint ab einem bestimmten Punkt als negiert.

Die Funktionen der Negation, die sich aus den späteren Verarbeitungsschritten ergeben und die im Korpus beobachtet werden, bilden die Grundlage für eine Klassifikation der Negationsfunktion. Zudem wurde der Negationskorpus manuell mit den Negationsfunktionen annotiert. Klassifikation und Korpus werden sodann zur Entwicklung einer automatischen Verarbeitungskomponente verwendet, die im folgenden Kapitel beschrieben wird.

Ein wesentliches Ergebnis der empirischen Analyse der Negationsfunktion ist nicht nur die Klassifikation der Rollen, die Negation in der Textbedeutung spielen kann. Die Analyse resultiert in einem annotierten Korpus, in dem die Funktion der Negation im Gebrauchskontext markiert ist. Diese Annotationen können zur Entwicklung und zum Training von Spracherverarbeitungssystemen dienen, die durch die Einbeziehung von Negation profitieren. Ein Ansatz zur automatischen Verarbeitung von Negation, der auf der Klassifikation und dem annotierten Korpus beruht, wird im folgenden Kapitel vorgestellt.



## **Automatische Analyse der Struktur und Funktion von Negation**

Wie die vorigen Kapitel zu linguistischen Grundlagen (Kapitel 2), Anwendungen in der Sprachverarbeitung (Kapitel 3), sowie die beiden Kapitel zur Beschreibung von Negation im deutschsprachigen Zeitungskorpus (Kapitel 4 und Kapitel 5), gezeigt haben, beeinflusst Negation in Texten Aussagen oder Aussageverknüpfungen, indem die durch Aussagen oder Aussageverknüpfungen ausgedrückten Zusammenhänge negiert werden [75]. Während sich Verfahren zur automatischen Negationserkennung, wie sie in Kapitel 3 vorgestellt wurden, auf die domänenrelevanten Konzepte konzentrieren und analysieren, ob die Konzepte negiert oder nicht-negiert in Texten erscheinen, setzt die vorliegende Arbeit nicht auf der Ebene der Konzepte an, sondern untersucht die Beziehung zwischen Negation und Aussagen. Dabei kann Negation lokal innerhalb einer Aussage wirken, sie kann die Einbettung einer Aussage beeinflussen, oder sie kann mehrere Aussagen zueinander in Zusammenhang setzen. Die automatische Analyse muss daher in einem ersten Schritt die Aussagen segmentieren, die Negationselemente enthalten. In einem zweiten Schritt sind sodann die Bestandteile von Aussagen wichtig, auf die sich die Negation bezieht.

Als Skopus der Negation werden in der vorliegenden Arbeit dementsprechend die Aussagen oder Aussagenteile betrachtet, die unmittelbar von einer Negation beeinflusst werden und die somit im Negationskontext stehen. Das vorliegende Kapitel beschreibt zunächst die Segmentierung der Aussagen und dann die automatische Zuordnung der Negationsfunktion. Beide Verarbeitungsschritte basieren auf Regeln, die von typischen Negationskontexten abgeleitet werden.

## 6.1 Ein Modul zur automatischen Analyse von negierten Aussagen und ihren Kontexten

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine regelbasierte Komponente entwickelt, die für deutsche Nachrichtentexte, die von einem Part-of-Speech-Tagger vorverarbeitet wurden, Negationselemente, negierte Ausgaben und Negationsfunktionen identifiziert. Die Komponente erkennt Negationselemente auf der Ebene von einzelnen Wörtern. Negierte Aussagen werden aufgrund der Satzstruktur segmentiert. Sowohl die innere Struktur von Aussagen als auch die Verbindung zu anderen Aussagen liefern Hinweise über die Funktion der Negation.

Als Eingabe benötigt die Komponente einen Satz in Form einer Liste von Wörtern mit zugehörigen Wortkategorien. Bei der Verarbeitung von Rohtext müssen also erst die folgenden Verarbeitungsschritte erfolgen, bevor die Negationskomponente aufgerufen werden kann:

1. Segmentierung in Sätze: ein Text muss in einzelne Sätze zerlegt sein. Dabei reicht es naturgemäß nicht, Punkte als Satzgrenzen zu erkennen. Von den Punkten, die einen Satz begrenzen, müssen Punkte unterschieden werden, die beispielsweise Abkürzungen markieren. Die Komponente zur Analyse von Negation nimmt jeweils einen Satz als Eingabe.
2. Segmentierung in Wörter/Lexeme, auch Tokenisierung genannt: innerhalb eines Satzes müssen die Wörter voneinander abgetrennt sein. Dabei kann es sein, dass zu einem Wort oder Lexem mehrere einzelne Strings gezählt werden, zum Beispiel bei der Längenangabe *35 km*.
3. Zuweisung von Part-of-Speech-Tags: jedesm Wort oder Lexem muss ein Part-of-Speech-Text aus einem geschlossenen Inventar von Wortkategorien zugewordnet sein. Als Standard für viele deutsche Anwendungen hat sich das Stuttgart-Tübingen-Tagset (STTS) herausgebildet.

Für die oben genannten Verarbeitungsschritte sind verschiedene Open-Source-Tools verfügbar, die eine zufrieden stellende Genauigkeit liefern. Die Algorithmen sind vergleichbar für verschiedene Sprachen, doch müssen sie für jede Sprache mit eigenen Textkorpora trainiert werden. Auch die Inventare an Part-of-Speech-Tags werden an die verschiedenen lexikalischen und strukturellen Gegebenheiten von einzelnen Sprachen angepasst, woraufhin sich unterschiedliche Standards herausgebildet haben.

Die eigentliche automatische Analyse der Negationen übernimmt ein Perl-Modul. Das Perl-Modul greift auf Regeln in Form von regulären Ausdrücken zurück. Die Verarbeitung ist sequentiell. Das Modul sucht in einem ersten Schritt nach vorkommenden Negationselementen in einem Satz. Dazu werden die im Satz vorkommenden Wörter und Lexeme mit einer Liste von Negationselementen im Deutschen verglichen. Falls ein Negationselement gefunden wurde, wird der Kontext untersucht. Basierend auf den Regeln wird nach typischen Abfolgen von Lexemen, Wortkategorien und Satzzeichen gesucht, um die negierte Aussage zu segmentieren.

Um die Negationsfunktion zu bestimmen, tastet das Modul die Negationskontexte nach Schlüsselwörtern und strukturellen Mustern ab, die typisch für bestimmte Negationsfunktionen sind. Nachdem der Negationskontext segmentiert ist, werden ungefähr 60 Regeln angewendet, um die Funktion der Negation zu identifizieren. Nachdem Negationselemente und negierte Aussagen identifiziert sind, wird bei der Abfolge der Anwendung der Regeln zunächst geprüft, ob die Negation zeitlich eingeschränkt ist. Zeitliche Einschränkungen stehen meist in unmittelbarem Kontext des Negationselements (*nicht mehr; noch nicht*). Im nächsten Schritt wird untersucht, ob es sich um eine Sprechereinstellung, eine rhetorische Relation oder ein NPI handelt. Finden sich keine Hinweise auf einen der Fälle, wird von einer negierten Kernaussage ausgegangen.

Das Modul ist in Perl implementiert, da sich diese Programmiersprache besonders gut für die Anwendung von regulären Ausdrücken auf Strings eignet. Im vorliegenden Fall wird auf unterschiedlichen Ebenen (Lexeme und Wortkategorien sowie Kombinationen) nach typischen Mustern gesucht. Diese Funktionalität lässt sich in Perl leicht realisieren. Der Ansatz ist modular gehalten und kann somit vergleichsweise einfach für andere Textsorten und Sprachen adaptiert werden. Auf einem Standard-PC verbraucht die Analyse eines Satzes weniger als 100 ms.

## **6.2 Regelmechanismen zur Erkennung von Negationselementen, Skopus und Funktion von Negation**

Das Perl-Modul verwendet Regeln, die als reguläre Ausdrücke formuliert sind. Die verwendeten Regeln segmentieren Aussagen und Negationskontexte. Zudem weisen sie jeder vorkommenden Negation eine Funktion zu.

Die Vorgehensweise ist streng sequenziell: jeder Verarbeitungsschritt folgt auf den vorherigen. Frühere Ergebnisse werden nicht revidiert. Auf diese Weise wird die Information zu einem Negationskontext nach und nach angereichert. Auch die Regeln werden einzeln nacheinander abgearbeitet. Sobald eine Regel angewendet werden kann, wird entsprechende Information für die Annotation bereit gestellt. Konkurrierende Regeln kommen in diesem Fall nicht mehr zum Zug. Die Reihenfolge der Regeln ist somit von großer Bedeutung. Die Anordnung der Regeln wurde für die im Trainingskorpus beobachteten Negationsphänomene optimiert.

In den folgenden Abschnitten werden die Verarbeitungsschritte inhaltlich ausführlicher erläutert. Im folgenden sollen jedoch zuerst einige Beispiele für typische Regeln gegeben werden. Angenommen, der folgende Satz (Nummer 2193 im NEGRA-Korpus) ist die Eingabe des Systems:

- (6.1) Vorbeugung ist keineswegs auf die jüngeren Lehrgänge beschränkt, sondern lohnt sich, wie zahlreiche Studien belegen, auch mit zunehmenden Lebensjahren.

Aufgrund der Abfolge der Part-of-Speech-Tags wird zunächst der erste Teil des Satzes als Negationskontext identifiziert. Dazu wird die folgende Regel verwendet:

*Regel: Als Negationskontext kann ein Negation enthaltender Satzbestandteil gelten, der einem Hauptsatz entspricht, also zumindest eine Nominalphrase, die Subjekt sein kann, und eine vollständige Verbalphrase enthält.*

In dem durch *sondern* eingeleiteten Teilsatz wird sodann der durch Kommas abgetrennte Einschub *wie zahlreiche Studien belegen* als separates Element klassifiziert:

*Regel: Einschübe können durch Satzzeichen und/oder Satzstruktur gekennzeichnet sein. Enthalten sie keine Negationselemente, werden sie nicht zum Negationskontext gerechnet.*

Im nächsten Schritt wird der folgende Teil des Satzes untersucht. Da er mit der Konjunktion *sondern* beginnt, liegt der Verdacht nahe, dass hier eine rhetorische Relation vorliegt:

*Regel: Wird eine negierte Aussage von einem durch die Konjunktion 'sondern' eingeleiteten Teilsatz gefolgt, so wird die zweiteilige Konstruktion als rhetorische Relation klassifiziert.*

Da es sich nicht um eine Aufzählung handelt, wird angenommen, dass es sich um eine CONTRAST-Relation handelt:

*Regel: Folgt kein Indikator für eine Aufzählung (wie zum Beispiel 'auch', 'ebenso') auf die Konjunktion 'sondern', wird die rhetorische Relation als CONTRAST-Relation klassifiziert.*

Die Regeln wurden auf den Test-Stichproben, die im folgenden Kapitel beschrieben werden, evaluiert. Eine größere Anzahl von Regeln brachte keine signifikante Verbesserung des Ergebnisses. Feinere Regeln wären möglich, wenn das Modul zur Analyse von Negation mit einer syntaktischen Vorverarbeitung gekoppelt würde. Es ist davon auszugehen, dass zusätzliches syntaktische Wissen, das allerdings nur von einem Parser geliefert werden kann, zu besseren Ergebnissen insbesondere bei der Segmentierung des Negationskontextes führen würde.

### **6.3 Segmentierung von Aussagen**

Aussagen lassen sich aufgrund ihrer äußeren Struktur oder aufgrund der zugrunde liegenden Inhalte segmentieren. Die folgenden Abschnitte beschreiben einen Ansatz, der sich vor allem an strukturellen Elementen orientiert, sowie einen Ansatz, der mehr auf inhaltlichen Kriterien beruht. Im Anschluss werden die Probleme beschrieben, die bei der Segmentierung bewältigt werden müssen. Textkorpora stehen meist nicht in syntaktisch vorverarbeiteter Form zur Verfügung. Komplexe strukturelle Zusammenhänge, wie sie bei Negationskontexten vorkommen können, können nur durch eine tiefe syntaktische Analyse erkannt werden. Doch ist es nicht realistisch, von geparsten Texten als Eingabe auszugehen, da meist keine syntaktisch analysierten Daten vorliegen, schon gar nicht in guter Qualität. Auf der anderen Seite sind auch frei verfügbare Part-of-Speech-(POS)-Tagger robust genug, um in Textkorpora einigermaßen verlässlich Kategorien zuweisen zu können. Es ist also realistisch, die automatische Verarbeitung der Negation auf Texten mit zugewiesenen POS-Tags anzusetzen, auch wenn die Daten verrauscht sind.

## Segmentierung nach strukturellen Elementen

Als strukturelle Indikatoren für Begrenzungen von Aussagen können im Deutschen vor allem Wortkategorien, Wortstellung und Satzzeichen dienen. Wortkategorien helfen bei der Identifizierung von kompakten Aussagen, beispielsweise in Nominalphrasen, die durch eine Form von *kein* negiert sind. Die Wortstellung im Deutschen ist flexibler und daher ein weniger verlässlicher Indikator als in Sprachen mit weniger flexibler Wortstellung. Im Deutschen spielen wiederum Satzzeichen bei der Begrenzung von Aussagen eine größere Rolle als in vielen anderen Sprachen. Generell bereiten Satzzeichenfehler Probleme bei der Segmentierung von Aussagen. Es stellte sich jedoch heraus, dass diese Probleme für die Fragestellung zu vernachlässigen waren. Am erfolgversprechendsten für die automatische Segmentierung von Aussagen im Deutschen erscheint daher eine Analyse, die Hinweise aus Wortkategorien (in Form von POS-Tags), Satzzeichen und Wortstellung kombiniert. In anderen Sprachen, wie zum Beispiel im Englischen, spielen Satzzeichen eine geringere Rolle als im Deutschen. Hier werden Aussagebegrenzungen nicht nur durch Wortkategorien, sondern auch stark durch Wortstellung markiert. Eine Übertragung des Systems auf andere Sprachen muss bei der Segmentierung also andere Schwerpunkte setzen.

Im Deutschen trennen Satzzeichen – in der Regel Kommas – Haupt- und Nebensätze voneinander ab. Wie in anderen Sprachen markieren zudem Satzzeichen wie Klammern und Gedankenstriche Einschübe und eingebettete Aussagen. Satzzeichen spiegeln daher die Satzstruktur wider.

Als erste Näherung in der Segmentierung kann man eine negierte Aussage als einen Satzbestandteil definieren, der ein oder mehrere Negationselemente sowie mindestens ein Wort, das als Prädikat in einer Prädikat-Argument-Struktur auftreten kann, und keine Satzzeichen enthält. Die automatische Segmentierung zerlegt Eingabesätze zunächst anhand der vorkommenden Satzzeichen. Nicht immer liefern Satzzeichen jedoch eindeutige Hinweise zu Aussagegrenzen. Beispielsweise ist es möglich, mehrere Aussagen durch nebenordnende Konjunktionen wie *und* oder *aber* zu verbinden, wie der folgende Satz zeigt:

(6.2) *Bürger weist darauf hin, daß seine Theorie der Avantgarde den Gedanken formuliere, daß Adornos These, der zufolge es zu einem gegebenen Zeitpunkt nur ein avanciertes künstlerisches Material gibt, seit den historischen Avantgardebewegungen obsolet geworden und daß ein Weiterdenken der Theorie Adornos ohne Adorno-Kritik nicht denkbar sei.* [1940]

In diesem Beispiel leitet die nebenordnende Konjunktion *und* ohne ein Satzzeichen eine eigenständige Aussage ein: *und daß ein Weiterdenken der Theorie Adornos ohne Adorno-Kritik nicht denkbar sei*. Relativpronomen und Junktoren sind ein verlässlicher Indikator für Begrenzungen von Aussagen. Häufig treten auch Kombinationen von Aussagen in Zusammenhang mit einem Subjekt auf, wie im folgenden Beispiel:

(6.3) *'Ich bin nun 40 Jahre alt und habe noch nie die Gelegenheit gehabt zu wählen', sagt ein einheimischer Journalist, 'dabei ist man mit 21 Jahren wahlberechtigt.'* [1434]

Durch *und* werden zwei Aussagen verbunden, die beide *ich* als Subjekt haben: zum einen ist der einheimische Journalist, der spricht, 40 Jahre alt, zum anderen hat er noch nie die Gelegenheit gehabt zu wählen. Dieser Abschnitt des Satzes muss also bei der Segmentierung in zwei Aussagen zerlegt werden.

Wendet man die auf POS-Tags, Wortstellung und Satzzeichen basierende Segmentierung auf den in den Kapiteln 4 und 5 beschriebenen NEGRA-Negationskorpus an, so lassen sich die 626 Negation enthaltenden Sätze aus der Stichprobe in 1927 Segmente zerlegen.

### **Segmentierung nach inhaltlichen Indikatoren**

Aussagen lassen sich nicht nur nach strukturellen, sondern auch nach inhaltlichen Gesichtspunkten segmentieren. Eine Einheit zur Beschreibung von Aussagen in Texten liefern Ansätze, die die rhetorische Struktur von Texten untersuchen. Die Rhetorical Structure Theory (RST [69]) fasst Texte als Abfolge von Situationen beschreibenden 'Elementary Discourse Units (Edus)' auf, die durch ein vordefiniertes Inventar von rhetorischen Relationen verbunden sind [70]. In vielen Fällen bilden Haupt- oder Gliedsätze Elementary Discourse Units, doch kann auch auf Phrasenebene ein Satzglied Edu-Funktion haben, beispielsweise eine Präpositionalphrase [92]. Somit sind Elementary Discourse Units nicht grundsätzlich deckungsgleich mit Aussagen; eine Elementary Discourse Unit kann aus einer Aussage bestehen, jedoch ebenso aus einem Bestandteil einer Aussage. [70] zitiert den folgenden Satz (die Elementary Discourse Units sind durch eckige Klammern abgegrenzt):

(6.4) [*Only the midday sun at tropical latitudes is warm enough*] [*to thaw ice on occasion,*] [*but any liquid water formed in this way would evaporate almost instantly*] [*because of the low atmospheric pressure.*]

Die letzte Elementary Discourse Unit, *because of the low atmospheric pressure*, ist keine vollständige Aussage, doch handelt es sich hier um eine Begründung des vorangegangenen Teils (*but any liquid water formed in this way would evaporate almost instantly* und wird daher als eigenständige Einheit betrachtet.

Elementary Discourse Units können 'parenthetical units' beinhalten, die [70] als eingebettete Einheiten definiert, wobei das Weglassen der eingebetteten Einheiten nicht die Bedeutung der Elementary Discourse Unit, zu der sie gehören, beeinflusst. 'Parenthetical units' können echte Klammerausdrücke ebenso wie andere satzwertige oder elliptische Konstruktionen wie Relativsätze sein. Als Beispiel nennt er den folgenden Satz:

*This book, which I have received from John, is the best book that I have read in a while.*

Diese Sichtweise ist interessant für die automatische Identifizierung von Negation, da Elementary Discourse Units und ‘parenthetical units’ jeweils negiert sein können. Wenn man diese Untereinheiten von Aussagen in die Analyse einbezieht, ist eine feinere Sichtweise möglich, als wenn nur mit Aussagen gearbeitet wird.

## 6.4 Vorgehensweise bei der Segmentierung

Zur Bestimmung der Negationskontexte werden in den Texten Regionen identifiziert, die Negation enthalten. Die Klassifizierung der Aussage- oder Elementary-Discourse-Unit-Regionen hat zwei Funktionen. Zum einen ist es das unmittelbare Ziel, den Skopus stärker einzuschränken oder zu erweitern, um so eine genauere Begrenzung des Skopus zu ermöglichen. Zum anderen bildet diese Information die Grundlage für die weitere Klassifizierung der Funktion der Negation.

Die Segmentierung der Regionen erfolgt aufgrund von einfachen Mustern. Da keine gelabelten Trainingsdaten zur Verfügung stehen, werden heuristisch Regeln definiert, die Aussagen segmentieren. Die Regeln beruhen auf typischen Abfolgen bzw. Mustern von Wörtern und Part-of-Speech-(POS)-Tags in Negationskontexten und berücksichtigen auch Satzzeichen. Einige Regeln beziehen sich nur auf Wortsequenzen, andere nur auf Tagsequenzen. Beispielsweise wird nach Formulierungen wie *keine Frage* gesucht, die häufig von einem *dass*-Satz begleitet sind. Sequenzen von POS-Tags, die von einem Relativpronomen eingeleitet werden, werden als Relativsätze markiert.

### Ausweitung der Negationsregion

Der Beispielsatz in 6.1 repräsentiert einen Fall, bei dem sich die Negation in einem Relativsatz findet, der den vorhergehenden Begriff näher beschreibt. Aufgeführt ist die Abfolge der Wörter und die zugehörige POS-Tag-Sequenz:

Zieht man nur den Relativsatz heran, ist die Bedeutung völlig unklar. Ähnlich einer anaphorischen Relation muss auch hier aufgelöst werden, worauf sich der Relativsatz bezieht.

Beim Beispielsatz in 6.2 ist das Subjekt des Satzes durch einen Einschub vom Rest des Satzes getrennt, der die Negation und die Verbalphrase enthält.

Bei einer streng linguistischen Sichtweise würde man sich in der Analyse damit zufrieden geben, dass die Verbalphrase der Skopus der Negation ist, und das Satzsubjekt nicht näher beachten.

Wortform	Part-of-Speech-Tag
Bevorzugt	VVPP
wird	VAFIN
progressive	ADJA
Musik	NN
,	,
die	PRELS
nicht	
unbedingt	ADJD
akademisch	ADJD
sein	VAINF
muß	VMFIN
.	.

**Abbildung 6.1:** Beispielsatz aus NEGRA-Korpus (Nummer 13)

Will man aber die Bedeutung der Negation in der Satzaussage bestimmen, so muss das Satzsubjekt betrachtet werden. In diesem Fall bezieht sich das Subjekt auf die Person, die im folgenden erst charakterisiert wird.

### **Ausweitung der Negationsregion bei einer Sprechereinstellung oder einer ausgedrückten rhetorischen Relation**

Obwohl die Klassifikation der Negation nach ihrer Funktion erst in einem späteren Schritt festgelegt wird, wird die Information zum lexikalischen Typ der Relation herangezogen, um die betrachtete Negationsregion auszudehnen, wenn nur so der Kontext ersichtlich ist. Der Beispielsatz 6.3 zeigt, welche Informationen sich aus der bisherigen Analyse von Satz 4 aus dem NEGRA-Korpus ergeben haben.

In diesem Satz ist der engere Skopus der Negation zwar mit der Begrenzung durch den Satzbeginn beziehungsweise das Satzzeichen korrekt angegeben (*Es spielt eben keine Rolle*. In dem Fall wird aber ein weiter Skopus benötigt, um zu bestimmen, was hier keine Rolle spielt: (*ob die Musik gefällig ist*). Es handelt sich um eine eingebettete Aussage [89], bei der der übergeordnete Teil negiert ist. Damit muss auch der untergeordnete Aussageteil in den Negationsskopus einbezogen werden, wenn bestimmt werden soll, was mit der Negation gemeint ist. Die Formulierung *keine Rolle* kann zwar allein auftreten, wenn aus dem Kontext klar ist, was gemeint ist, vor allem in Form von *Das spielt keine Rolle*. Allerdings müsste auch hier das Vorangegangene analysiert werden, um zu bestimmen, worauf sich die Negation bezieht. Solche Typen von Aus-

Wort	Part-of-Speech-Tag
Glass	NE
,	,
für	APPR
neue	ADJA
Talente	NN
der	ART
verschiedenen	ADJA
Kontinente	NN
ohnehin	ADV
sehr	ADV
aufgeschlossen	ADJD
,	,
wäre	VAFIN
ohne	APPR
die	ART
Einflüsse	NN
der	ART
indischen	ADJA
Musik	NN
nicht	PTKNEG
zu	APPR
seinem	PPOSAT
eigenen	ADJA
Stil	NN
gekommen	VVPP
.	.

**Abbildung 6.2:** Beispielsatz aus dem NEGRA-Korpus [10]

sagen haben keinen eigenständigen Aussagegehalt, der für die Informationsextraktion relevant ist. Entscheidend für die Bedeutung und somit für automatische Verfahren zur Textanalyse ist der Aussagegehalt der eingebetteten Konstruktion, die durch die übergeordnete, negierte Phrase qualifiziert wird. In diesem Beispiel wird das Folgende *ob die Musik gefällig ist* als nicht zwingend beschrieben, während das, was folgt (nur *etwas Neues, mit einer eigenen Handschrift* muss es sein), entscheidend ist. Für das vollständige Verständnis der im Satz enthaltenen Aussage ist also eine Analyse des ganzen Satzes notwendig. Zur Markierung der Negation und der mit ihr assoziierten Aussage beschränken wir uns in unserem Ansatz auf die übergeordnete, negierte Aussage und die unmittelbar untergeordnete Aussage.

Um den Negationsskopos auszuweiten, müssen zunächst die Aussagen oder Aussageteile gefun-

Wort	Part-of-Speech Tag	Negationselement	Negationsskopus
Es	PPER	0	1
spielt	VVFIN	0	1
eben	ADV	0	1
keine	PIAT	1	1
Rolle	NN	0	1
,	,	0	0
ob	KOUS	0	0
die	ART	0	0
Musik	NN	0	0
gefällig	ADJD	0	0
ist	VAFIN	0	0
-	(	0	0
nur	ADV	0	0
etwas	PIAT	0	0
“	(	0	0
Neues	NN	0	0
”	(	0	0
muß	VMFIN	0	0
sie	PPER	0	0
sein	VAINF	0	0
und	KON	0	0
eine	ART	0	0
eigene	ADJA	0	0
Handschrift	NN	0	0
aufweisen	VVINP	0	0
.	.	0	0

**Abbildung 6.3:** Beispielsatz aus NEGRA-Korpus [4]

den werden, die zur Interpretation der Negation benötigt werden. In unserer Anwendung kann man nur auf Lexeme, Satzzeichen und Part-of-Speech Tags zurückgreifen. Glücklicherweise liefern lexikalische Mittel hilfreiche Anhaltspunkte für die Segmentierung von Aussagen und die Bestimmung von eingebetteten Aussagen. In angeführten Beispiel (6.3) deutet der Ausdruck *keine Rolle* auf eine eingebettete Aussage hin. Der Ausdruck hat auch spezielle Selektionsmechanismen: in der Regel folgt ein mit *dass* oder *ob* eingeleiteter Konjunktionalsatz, dessen Inhalt satzsemantisch eine Aussageeinbettung zu dem übergeordneten Prädikat, das *keine Rolle* enthält, darstellt. Dieser Konjunktionalsatz kann im Satz auch vor der übergeordneten Aussage stehen.

Bei dem Beispiel ergibt sich die zusätzliche Schwierigkeit, den Konjunktionalsatz mit der untergeordneten Aussage zu begrenzen. In diesem Fall wird der untergeordnete Satz durch einen

Gedankenstrich abgeschlossen. Dieser Gedankenstrich könnte aber auch eine andere Funktion haben, wie zum Beispiel einen Einschub zu kennzeichnen. Es ist daher sinnvoll, auf dieser Ebene nicht die Satzzeichen als Begrenzer heranzuziehen, sondern die Aussage zu finden. Bei Sprachen wie dem Englischen, das Aussage viel weniger klar durch Satzzeichen markiert als das Deutsche, müsste ein solcher Ansatz, der zunächst nach der Aussage sucht, schon im ersten Schritt der Identifikation der groben Negationsregion gewählt werden, bei dem im Deutschen noch die Satzzeichen herangezogen werden können.

## **Automatische Segmentierung**

Es wurde ein Test durchgeführt um zu bestimmen, in welchem Maße die Segmentierung der Aussagen funktioniert. Dabei wurden 100 Sätze verarbeitet. Bei den 100 Sätzen wurde in 24 Fällen ein Satz nicht segmentiert, sondern als einzelne Aussage klassifiziert, was lediglich in einem Fall inkorrekt war. In 58 Fällen war die Segmentierung korrekt, in 19 Fällen war die Segmentierung fehlerhaft, meist deswegen, weil eine Aussage durch Einschübe unterbrochen war, die bei der Segmentierung nicht erkannt wurden. Insgesamt waren bei der Stichprobe also bei rund 75% der Sätze, die überhaupt segmentiert wurden, die Segmentierungen korrekt, bei rund 25% inkorrekt.

Tabelle 6.4 zeigt die Granularität der Segmentierung über das Gesamtkorpus. Am häufigsten ließen sich die Sätze in zwei Segmente aufteilen. Insgesamt wurde der überwiegende Teil der Sätze in zwei oder drei Segmente aufgeteilt oder aber nicht segmentiert und als Ganzes belassen.

Tabelle 6.5 zeigt, wieviele der Segmente Negationselemente enthalten.

In Tabelle 6.6 sind die gefundenen Segmente danach aufgeschlüsselt, ob sie jeweils aus einem Haupt- oder Nebensatz bestehen. Die große Mehrheit der Segmente besteht aus Hauptsätzen. Die Nebensätze werden von einer subordinierenden Konjunktion oder einem Relativpronomen eingeleitet.

Tabelle 6.7 zeigt die grobe syntaktische Struktur der Segmentierungen.

## **Probleme der Segmentierung**

In einigen Fällen begrenzen Satzzeichen nicht größere Sinneinheiten, sondern gliedern Elemente auf lokaler Ebene. Dies ist beispielsweise bei Kommas der Fall, die die Elemente von Aufzählungen trennen. Hierbei müssen die angrenzenden Aufzählungselemente noch zu dem die

Anzahl der Segmente	Anzahl der Sätze	% (626=100%)
1	132	21,1
2	168	26,8
3	142	22,7
4	76	12,1
5	43	6,9
6	25	4,0
7	15	2,4
8	12	1,9
9	2	0,3
10	2	0,3
11	1	0,2
12	3	0,5
13	1	0,2
14	1	0,2
15	1	0,2
18	2	0,3

**Abbildung 6.4:** Anzahl der Segmente pro Satz

Segmenttyp	Anzahl	% (1927=100%)
Negation	653	33,9
keine Negation	1274	66,1

**Abbildung 6.5:** Segmenttypen mit und ohne Negation

Segmenttyp	Anzahl	% (1927=100%)
Hauptsatz	1613	83,7
Nebensatz	314	16,3

**Abbildung 6.6:** Segmenttypen: Hauptsatz oder Nebensatz

Negationselemente enthaltenden Satzabschnitt hinzugenommen werden. Um dem Abschnitt direkt untergeordnete Elemente zu finden, werden noch unmittelbar vorangehende oder folgende Nebensätze dazugenommen, die von *dass* oder einem Relativpronomen eingeleitet werden. Bei *kein* in adjektivischem Gebrauch befindet sich der Negationsskopos rechts vom Negationselement. Der Skopus enthält eine Nominalphrase, möglicherweise mit abhängigen Satzelementen, wie zum Beispiel Relativsätzen.

Segmenttyp	Anzahl	% (1927=100%)
vollständiger Satz	1174	60,9
unvollständiger Satz	632	32,8
Infinitivkonstruktion mit <i>zu</i>	86	4,5
Infinitivkonstruktion	35	1,8

**Abbildung 6.7:** Segmenttypen nach Struktur

### Mehrere Negationselemente in einem Satzabschnitt

Die Abgrenzung des Skopus ist schwierig, wenn in einem Satzabschnitt mehr als ein Negationselement vorkommt. Hierbei sind lange Satzabschnitte zu unterscheiden, die mehrere, in ihrem Skopus voneinander unabhängige, Negationselemente enthalten, von doppelten Verneinungen mit geschachtetem Skopus – und positiver Bedeutung. Die Unterscheidung wird jedoch nicht schon bei der Segmentierung, sondern erst auf einem späteren Verarbeitungsschritt durchgeführt.

### Negationsskopus bei Koordination

Koordination betrifft zwei oder mehr Satzglieder, die von einem Koordinationselement zusammengefasst werden. In vielen Fällen sind die Satzglieder ähnlich. Sind diese jedoch strukturell sehr unähnlich, kann es zu Problemen beim Parsing kommen, besonders wenn kein semantisches Wissen einbezogen wird. Das gilt besonders für das Deutsche mit seiner relativ flexiblen Satzstellung [60]. Hier ist es schwierig, den syntaktischen Skopus der Koordination zu bestimmen. Findet sich Negation in einem oder mehreren Elementen innerhalb der Struktur der Koordination, so ist der Koordinationsskopus mit dem Negationsskopus zu vergleichen. Das bedeutet, dass in einem ersten Schritt der Skopus der Negation bestimmt werden muss und in einem zweiten Schritt der Skopus der Negation innerhalb der Koordination. Dieser Fall ist nur dann unproblematisch, wenn es sich um einen lokal begrenzten Negationskontext vor dem letzten Glied der Koordination handelt, beispielsweise ausgedrückt durch das Negationselement *kein*.

## 6.5 Automatische Kategorisierung der Negationsfunktion

Wie die vorigen Abschnitte gezeigt haben, wirkt Negation auf Aussagen, Aussagesequenzen und eingebettete Aussagen. Diese Wechselwirkung zwischen Negation und Aussagen muss bei der automatischen Bestimmung der Negationsfunktion berücksichtigt werden. In der vorliegenden Arbeit ersetzen die Aussagen und Aussagestrukturen, die von Negation beeinflusst werden, das in der Linguistik verwendete Konzept des Negationsskopus. Um Negation in Aussagen von Negation in rhetorischen Verknüpfungen, Sprechereinstellungen und NPIs oder Kollokationen zu

unterscheiden sowie um zeitliche Einschränkungen zu identifizieren, wurden in dem Korpus, das im Rahmen der empirischen Studie in Kapitel 5 erstellt wurde, Negationskontexte untersucht. Auf der Basis von Wortfolgen und Part-of-Speech-Tags wurden dann auch für diese Aufgabe Regeln formuliert, die alle in der NEGRA-Stichprobe vorkommenden Negationsphänomene abdecken und die für die jeweiligen Funktionen typische Kontextmuster beschreiben.

Es stellte sich bei der Spezifikation der Regeln heraus, dass beispielsweise in Negationskontexten, die rhetorische Relationen beschreiben oder zeitliche Einschränkungen ausdrücken, nur wenige sprachliche Muster verwendet werden. Dagegen können Sprechereinstellungen auf die verschiedensten Arten ausgedrückt werden. Als Negation in Aussagen werden die Fälle klassifiziert, bei denen es keine Anhaltspunkte für Sprechereinstellungen, rhetorische Funktion oder NPIs/Kollokationen gibt.

## **6.6 Zusammenfassung: Automatische Analyse der Struktur und Funktion von Negation**

In diesem Kapitel wurde beschrieben, wie die Struktur und Funktion der Negationskontexte automatisch analysiert wird. Dazu wurde auf der Grundlage der empirischen Studie und des annotierten Korpus ein Ansatz entwickelt, der Muster formuliert, die typische Abfolgen von Wörtern und Part-of-Speech-Tags beschreiben. Basierend auf diesen Mustern werden in einem ersten Schritt Aussagen und Negationskontexte segmentiert und im zweiten Schritt nach ihrer Funktion klassifiziert.

Als Negationskontext wird nicht der Skopus betrachtet, sondern die negierte Aussage. Die automatische Analyse muss daher zunächst Aussagen identifizieren und segmentieren, die Negationselemente enthalten. Zudem sind die Bestandteile von Aussagen wichtig, auf die sich die Negation bezieht.

Um Aussagen zu segmentieren, wurde ein regelbasierter Ansatz entwickelt, der aufgrund von Satzzeichen, Part-of-Speech-Tags und Wortstellung bestimmt, welche sprachlichen Elemente innerhalb eines einzelnen Aussagekontexts stehen. Abhängig von der Satzkonstruktion kann es schwierig sein, Aussagegrenzen zu bestimmen. Einerseits können Elemente, die zu einer Aussage gehören, an anderer Stelle stehen und durch eingeschobene Aussagen abgetrennt sein. Andererseits können sprachliche Elemente fälschlicherweise als zu einer Aussage gehörig identifiziert werden.

Aussage- und Negationskontexte können nur dann korrekt aufgefunden werden, wenn Einschübe und Koordinationen identifiziert und von der umschließenden Aussage getrennt worden sind. Für die Behandlung von Koordinationen wurden heuristische Regeln definiert, allerdings ist die automatische Verarbeitung hier schwierig, wenn keine weiteren Wissensbasen zur Verfügung stehen, die beispielsweise wie Taxonomien oder Ontologien Ähnlichkeiten von Konzepten beschreiben. Negierte Elemente in Koordinationen können häufig nur mit Weltwissen bestimmt werden, indem die semantische Ähnlichkeit der einzelnen Glieder einer Koordination vergli-

chen werden.

Die Segmentierung von Aussagen zur Bestimmung der Negationskontexte ersetzt die linguistisch motivierte Betrachtung des Skopus, die beispielsweise im Fall einer negierten Verbalphrase das Subjekt des Satzes nicht als zum Skopus gehörig betrachtet. Durch die Ausweitung der Analyse auf die gesamte negierte Aussage können alle sprachlichen Elemente identifiziert werden, die eine Rolle im Negationskontext spielen. Auf diese Weise kann die den negierten Aussagen zugrunde liegende Information von weiteren Verarbeitungsschritten vollständig in Prädikat-Argument-Strukturen repräsentiert werden. Dieser Aspekt ist ein wichtiger Vorteil, da viele automatische Systeme Textinhalte und außersprachliches Wissen in Form von Prädikat-Argument-Strukturen abbilden.

Für die Bestimmung der Negationsfunktion wurden für die jeweilige Funktion typische Negationskontexte herangezogen. Für die unterschiedlichen Funktionen gibt es große Unterschiede in der Variabilität des sprachlichen Ausdrucks. Die Muster für die Aussagensegmentierung und die Funktionsklassifikation bilden eine Wissensbasis für eine Komponente zur automatischen Verarbeitung von Negationskontexten. Diese Komponente untersucht Eingabetexte, die mit Part-of-Speech-Tags annotiert sind, und bestimmt negierte Aussagen und ihre charakteristischen Merkmale, die auf eine bestimmte Funktion im Text hindeuten. Im nächsten Kapitel wird beschrieben, wie die Komponente und die zugrunde liegenden Muster auf zwei deutschsprachigen Testkorpora evaluiert wurden.



## Evaluierung des Ansatzes

In dem vorliegenden Kapitel wird zunächst die Methodologie der Evaluation vorgestellt. Anschließend werden die Ergebnisse präsentiert. Die Evaluierung setzt an drei Aspekten des Ansatzes an:

- Erkennung der Negationselemente
- Segmentierung in negierte Aussagen
- Klassifikation der Negationsfunktion

Die Evaluierung soll Erkenntnisse darüber bringen, ob die aus dem Vorkommen von Negation erstellten Muster alle relevanten Vorkommen und Kontexte von Negation zutreffend identifizieren und klassifizieren. Zudem wird untersucht, welche Ergebnisse sich auf Korpusdaten erzielen lassen, die nicht aufwändig manuell annotiert sind, wie dies beim NEGRA-Korpus der Fall ist. Die einzelnen Fragestellungen werden im folgenden erläutert.

### 1. Formen der Negation

Die verwendeten Muster zur Identifizierung der Negation beruhen auf den Negationen, die im NEGRA1-Subkorpus vorkommen. Die beobachteten Vorkommen entsprechen den Beschreibungen von Negation im deutschen Sprachgebrauch. Zudem erstreckt sich die Analyse nur auf Formen von expliziter Negation. Negationselemente, die explizite Negation ausdrücken, sind domänenunabhängig; domänenabhängige Negationsausdrücke werden nicht berücksichtigt. Um evaluieren zu können, ob die Muster alle Negationselemente korrekt identifizieren, müssen die Negationselemente in den zur Evaluierung bestimmten Texten zunächst manuell identifiziert und markiert werden. Bei der Evaluierung wird dann verglichen, ob die verwendeten Muster dieselben Negationen identifizieren.

## 2. Funktion der Negation

Die Einteilung der Negationsfunktion in Aussage-Negation, Negation als rhetorisches Mittel, Negation in Charakterisierungen von Sprechereinstellungen und Negation als Bestandteil von idiomatischen Ausdrücken/NPIs basiert auf den Negationsfunktionen im NEGRA1-Korpus. Die Funktionen der Negation werden nach ihrem Beitrag für weitere automatische Verarbeitungsschritte unterschieden. Um zu vermeiden, dass die Kategorisierung der Negationsfunktion nur für das NEGRA1-Subkorpus abgestimmt ist, soll in der Evaluierung untersucht werden, ob diese Kategorisierung auch für andere Texte verwendet werden kann. Sollten weitere Negationsfunktionen auftreten, so muss das Inventar an Funktionen für die Klassifikation erweitert werden. Zu diesem Zweck werden die Negationselemente, die in den Evaluierungskorpora gefunden werden, manuell mit der Klassifikation verglichen. Auf den getesteten Stichproben musste keine Erweiterung des Inventars an Funktionen vorgenommen werden. In dem verwendeten Perl-Modul können jedoch leicht zusätzliche Funktionen und Regeln spezifiziert werden.

## 3. Identifizierung und Klassifizierung von Negation als Vorverarbeitungsschritt

Die Evaluierung bezieht sich auch ganz allgemein auf die Vorgehensweise, die Negation in einem Vorverarbeitungsschritt zu behandeln und die in Texten vorkommenden Instanzen von Negation mit Informationen zu versehen, die für die weitere automatische Verarbeitung von Nutzen sind. Diesem Ansatz liegt die Annahme zugrunde, dass die automatische Verarbeitung von Negation allein auf den Part-of-Speech-Tags erfolgen kann und zunächst ohne Wissen auskommt, das erst in späteren Verarbeitungsschritten gewonnen werden kann. Dies bezieht sich besonders auf weitergehende syntaktische Informationen: zur Bestimmung des Negationskontexts ist in vielen Fällen strukturelle Information nötig, da nur mittels Einbeziehung von syntaktischen Abhängigkeiten exakt eingegrenzt werden kann, worauf sich Negation im Detail bezieht. Im Rahmen der Evaluierung soll es daher auch zu einer Einschätzung im Hinblick auf die Frage kommen, wie hilfreich und universell einsetzbar für weitere Verarbeitungsschritte die Ergebnisse sind, die das Modul zur Negationsidentifikation und -klassifikation liefert. In diesem Kontext soll auch untersucht werden, welcher Zusammenhang zwischen der Qualität des Taggers und den Ergebnissen des Negations-Moduls besteht. Zu diesem Zweck werden die Ergebnisse auf manuell korrigierten und nicht korrigierten getaggtten Korpora verglichen.

## 7.1 Evaluationsmaße

Zur Evaluierung der automatischen Negationsverarbeitung lässt sich auf gängige Evaluationsmaße zurückgreifen. Die Identifikation von Negationselementen und die Zuweisung von Negationsfunktionen kann man als Klassifizierungsprobleme betrachten. Bei der Identifizierung von Negationselementen werden alle sprachlichen Elemente in einem Text entweder als Negationselement oder als sonstiges, nicht-negierendes Element klassifiziert. Es ist dabei offensichtlich, dass die Verteilung der Anzahl sehr ungleich ist: viele Nicht-Negationselemente stehen sehr wenigen Negationselementen gegenüber. Für die Bestimmung der Negationsfunktion gibt es Klas-

sen, denen die gefundenen Negationselemente unter Einbeziehung des Kontextes zugewiesen werden. Im vorliegenden Ansatz wird untersucht, ob die Negationen und ihre Kontexte Merkmale aufweisen, die eine Sprechereinstellung, rhetorische Relationen oder Redewendungen signalisieren. Ist dies nicht der Fall, so werden die Negationen als Aussagenegation klassifiziert. Satznegationen sind in den Ergebnissen der automatischen Verarbeitung und auch im manuell annotierten Subkorpus weitaus häufiger zu finden als alle anderen Negationsfunktionstypen zusammen.

Präzision (Precision) und Recall messen die spezifische Qualität von Klassenzuordnungen auf einer Menge von Objekten und drücken unterschiedliche Aspekte der Qualität aus. Genauigkeit (Accuracy) und F-Maß beziehen sich auf die Qualität als Ganzes. Im folgenden wird beschrieben, wie die Maße für die Evaluierung der Negationsverarbeitung verwendet werden.

## Präzision und Recall

Präzision und Recall messen in der Anwendung der Negationsverarbeitung die Qualität sowohl der Identifizierung von Negationselementen als auch der Klassifikation der Funktion. Gezählt werden für die Auswertung True Positives (TP), False Positives (FP), True Negatives (TN) und False Negatives (FN).

Präzision bezeichnet daher einerseits, wie viele der als Negationselemente identifizierten Einheiten tatsächlich Negationselemente sind. Andererseits misst Präzision für jede Klasse der Negationsfunktionen, wieviele Zuweisungen tatsächlich zutreffen.

$$Präzision := \frac{TP}{TP + FP} \quad (7.1)$$

Recall beschreibt wiederum zum einen, wieviele der im Text tatsächlich vorkommenden Negationselemente gefunden werden. Zum anderen liefert Recall für jede der Funktionsklassen Hinweise darauf, wieviele der Vorkommen einer Funktionsklasse korrekt zugewiesen worden sind.

$$Recall := \frac{TP}{TP + FN} \quad (7.2)$$

Da es sich bei den expliziten Negationselementen um eine geschlossene Klasse handelt, sind Präzision und Recall sehr hoch.

## Genauigkeit und F-Maß

Genauigkeit (Accuracy) und das F-Maß sollen Aufschlüsse über die Gesamtqualität liefern, indem Präzision und Recall kombiniert werden. Das Maß der Akkuratheit ist durch die hohe Be-

wertung von True Negatives wenig geeignet für Klassifikationsprobleme, bei denen eine kleine Menge von positiven Beispielen vielen negativen Beispielen gegenüberstehen:

$$\text{Genauigkeit} := \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (7.3)$$

Dies ist bei der vorliegenden Anwendung der Fall sowohl bei den Negationselementen (wenige Negationselementen gegenüber vielen sprachlichen Elementen, die keine Negation ausdrücken) als auch bei den Negationsfunktionen der Fall (Aussagenegation tritt am häufigsten auf). Würde Genauigkeit verwendet, so würde diese als hoch gewertet, auch wenn die wenigen positiven Beispiele nicht gefunden werden, da True Negatives stark gewichtet sind. Daher wurde für die Evaluation das F-Maß verwendet:

$$F := 2 * \frac{\text{Präzision} * \text{Recall}}{\text{Präzision} + \text{Recall}} \quad (7.4)$$

Das F-Maß bezeichnet den harmonischen Mittelwert aus Präzision und Recall.

## 7.2 Evaluierung auf einem zweiten NEGRA-Testset

### Korpus

Um den Ansatz zur Identifizierung und Funktionsklassifikation der Negation zu testen, wurde eine zweite Stichprobe aus dem NEGRA-Korpus herangezogen. Das NEGRA-Subkorpus, das im folgenden NEGRA2 genannt wird, wurde zum Testen erstellt und umfasst wieder 4000 Sätze. Die beiden NEGRA-Stichproben sind disjunkt.

### Manuelle Verarbeitung des Korpus

Die 4000 Sätze, die in NEGRA2 enthalten sind, werden in einem ersten Schritt manuell durchgesehen. Im ersten Schritt werden die Negationselemente identifiziert und annotiert. Dazu werden die Sätze einerseits rein manuell verarbeitet, andererseits wird die automatische Erkennung der Negationselemente auf das Subkorpus angewendet, um keine Instanzen von Negationselementen zu übersehen.

Von den 4000 Sätzen in NEGRA2 enthalten 521 Sätze Negation, was 13% der Sätze entspricht. Die Sätze, die Negation enthalten, werden extrahiert. Insgesamt treten 564 Negationselemente auf. 8 Fälle von doppelter – also sich aufhebender – Negation kommen vor. Im zweiten Schritt werden den 564 Negationselementen und ihren Kontexten Funktionen zugewiesen, die auf der für die erste Stichprobe entwickelten Klassifikation beruhen. Es stellt sich heraus, dass sich die Klassifikation, die die Grundlage für die automatische Verarbeitung bildet, gut auf die in der

zweiten Stichprobe vorkommenden Negationen anwenden lässt. Es findet sich kein Negationskontext, der sich nicht einer der vordefinierten Negationsfunktionen zuordnen lässt. Es ergeben sich die in Tabelle 7.1 dargestellten Häufigkeiten der Negationsfunktionen für die 564 Negationselemente.

Kategorie	Anzahl	Anteil in % (gerundet)
Negation in Aussage	470	83,3
Negation in Sprechereinstellung	11	2,0
Negation in rhetorischer Relation	71	12,9
Negation in NPI	12	2,1

**Abbildung 7.1:** Funktion der Negationselemente im NEGRA2-Subkorpus

Tabelle 7.2 zeigt die Anzahl der Zuweisungen für die Unterkategorien der Negationskontexte in rhetorischen Relationen.

Kategorie	Anzahl	% v. rhetor. Relationen	% v. insges.
CONTINUATION-Relation	36	50,7	6,4
CONDITION-Relation	13	18,3	2,3
CONTRAST-Relation	22	31,0	3,9
Insgesamt in rhetorischer Relation	71	100,0	12,9

**Abbildung 7.2:** Unterkategorien der Negationskontexte in rhetorischen Relationen im NEGRA2-Subkorpus

Auch temporale Einschränkungen in Negationskontexten wurden identifiziert und annotiert. Tabelle 7.3 zeigt die Häufigkeiten von temporalen Einschränkungen sowie ihren beiden Untertypen, bei denen auf unterschiedliche Weise entweder Vorzeitigkeit ('noch nicht') und Nachzeitigkeit ('nicht mehr') ausgedrückt wird.

Kategorie	Anzahl	Anteil an Negationen in % (gerundet)
'noch nicht'	33	5,9
'nicht mehr'	54	9,6
insgesamt	87	15,4

**Abbildung 7.3:** Temporale Einschränkungen mit Untertypen im NEGRA2-Subkorpus

Im Vergleich zur NEGRA1-Stichprobe, die als Grundlage für die automatische Verarbeitung und die Klassifikation dient, zeigen sich Unterschiede beispielsweise im Hinblick auf die Häufigkeit der Negation. In NEGRA1 enthalten 626 Sätze mindestens ein Negationselement, was 15,7%

der Sätze entspricht, während es in NEGRA2 nur 521 Sätze (13%) sind. Entsprechend sind in NEGRA1 deutlich mehr Negationselemente enthalten: 705 gegenüber 564 in NEGRA2. Die 626 Sätze mit mindestens einem Negationselement in NEGRA1 bestehen aus 11884 Tokens, was durchschnittlich 19,0 Tokens pro Satz entspricht. Die 521 Sätze mit Negation in NEGRA2 enthalten 9549 Tokens, was durchschnittlich 18,3 Tokens pro Satz ausmacht.

Tabelle 7.4 zeigt einen Vergleich des Anteils der Negationsfunktionen in NEGRA1 und NEGRA2, basierend auf der manuellen Annotation.

Typ	Anteil in NEGRA1 in %	Anteil in NEGRA2 in %
Negation in Aussage	82,3	83,3
Negation in Sprechereinstellung	4,1	2,0
Negation in rhetorischer Relation	12,8	12,9
Negation in NPI	0,9	2,1

**Abbildung 7.4:** Anteil der Negationsfunktionen in NEGRA1 und NEGRA2

Es zeigt sich, dass die manuell zugewiesenen Negationsfunktionen von den Anteilen her vergleichbar sind. In beiden Stichproben dominiert die Negationsfunktion, die sich auf Aussagen bezieht. Die Anteile von Negation in Aussagen und in rhetorischer Relation sind sogar fast ident. Auch die Unterschiede bei Negation in Sprechereinstellung und in NPI sind eher gering.

## Automatische Verarbeitung des Korpus

Die Komponente zur Identifikation und Klassifikation der Negation verarbeitete sodann die Stichprobe. In einem ersten Schritt zerlegt die Komponente die eingegebenen Sätze mithilfe von struktureller Information in Segmente. In NEGRA2 wurden 552 Aussagensegmente identifiziert, die mindestens ein Negationselement enthalten. Im nächsten Schritt erfolgt die Zuweisung der Negationsfunktion. Die Ergebnisse werden im folgenden Abschnitt dargestellt.

## Ergebnisse

Bei der automatischen Bestimmung der Negationsfunktion zeigten sich gravierende Unterschiede zwischen den vier Klassen. Tabelle 7.5 zeigt die Anzahl der zugewiesenen Klassen sowie Präzision, Recall und F-Maß.

Tabelle 7.6 schlüsselt die Ergebnisse für die Kategorie rhetorische Relation nach den Unterkategorien auf.

In nur knapp 29% (F-Maß) der Fälle kann Negation in Kontexten von Sprechereinstellungen korrekt identifiziert werden. Eine denkbare Erklärung für dieses – im Vergleich zu der Erkennung

Kategorie	Anzahl identifiziert	Präzision	Recall	F-Maß
Negation in Aussage	481	90,7	92,3	91,5
Negation in Sprechereinstellung	46	55,0	19,6	28,9
Negation in rhetorischer Relation	38	97,2	67,6	79,7
Negation in NPI	13	92,3	100,0	96,0

**Abbildung 7.5:** Ergebnisse: Negationsfunktion in der NEGRA2-Stichprobe

Kategorie	Anzahl identifiziert	Präzision	Recall	F-Maß
CONTINUATION-Relation	12	97,3	60,0	74,2
CONDITION-Relation	12	100,0	92,9	96,3
CONTRAST-Relation	14	95,7	71,0	81,5
Insgesamt:	38	97,2	67,6	79,7

**Abbildung 7.6:** Ergebnisse: Negation in rhetorischer Relation in der NEGRA2-Stichprobe

der anderen Negationsfunktionen – schlechte Ergebnis ist das Einbeziehen von rein struktureller Information. Es wurden nur die Aussagen und ihre Einbettung in Aussagekontexte betrachtet. Lexikalische Informationen, die Hinweise auf subjektive Inhalte in den Aussagen liefern können, wurden nicht herangezogen. Es ist anzunehmen, dass ein an die Domäne angepasstes Sentiment-Lexikon, das eine Liste von Wörtern enthält, die häufig Sprechereinstellungen markieren, das Ergebnis bei der Identifizierung von Negation in Sprechereinstellungen verbessern könnte. Solche Lexika werden häufig von weiterführenden Komponenten benutzt. Hier wäre es also denkbar, die Negationsinformation in einer späteren Verarbeitungskomponente noch einmal zu konsultieren. In dem Fall müsste untersucht werden, welche der im Sentiment-Lexikon vorkommende Worte in Negationskontexten auftreten. In einem nächsten Schritt wäre zu bestimmen, ob die Negationen die Polarität der Sentiment-Ausdrücke verstärken oder umkehren. Dies erfordert ein manuelles Anpassen der Regeln, das möglicherweise nicht nur textsortenspezifisch, sondern abhängig von dem Inhalt der Aussagen erfolgen müsste.

Dagegen ist die Qualität der Zuweisungen für die Klassen Negation in Aussagen und NPI deutlich besser mit jeweils über 90% korrekten Zuweisungen (F-Maß). Nach dem F-Maß sind 79,7% der Negationen in rhetorischen Relationen korrekt nach ihrer Funktion klassifiziert.

Tabelle 7.7 zeigt die Ergebnisse für die Identifikation von temporalen Einschränkungen.

Bei der automatischen Identifizierung von temporalen Einschränkungen im Negationskontext traten nur wenige False Positives und keine False Negatives auf. Offenbar werden temporale Einschränkungen in Negationskontexten mit einem limitierten Inventar an sprachlichen Mitteln ausgedrückt. In einigen Fällen werden jedoch auf der Basis von Adverbien wie zum Beispiel

Kategorie	Anzahl	Präzision (%)	Recall (%)	F-Maß (%)
'noch nicht'	34	97,1	100,0	98,5
'nicht mehr'	55	98,2	100,0	99,1
insgesamt	89	97,8	100,0	98,9

**Abbildung 7.7:** Ergebnisse: Temporale Einschränkung in der NEGRA2-Stichprobe

*mehr* fälschlicherweise temporale Einschränkungen identifiziert, wenn das Adverb in dem Kontext eine andere Funktion hat.

Insgesamt sind die Ergebnisse für die Identifizierung der Negationselemente und der Klassifikation ihrer Funktion deutlich besser als die der Segmentierung der Negationskontexte. Es treten 109 falsche oder problematische (für die Verarbeitung der Negation) Segmentierungen auf. Die meisten falschen Segmentierungen können vermieden werden, wenn auf eine syntaktische Vorverarbeitung zugegriffen werden könnte.

### 7.3 Evaluierung auf einem *Der Standard*-Korpus

Dieser Abschnitt beschreibt eine Evaluation auf einem weiteren Zeitungskorpus. Die Evaluation hatte zum einen das Ziel, das Verfahren auf einer anderen Textbasis zu testen, die der gleichen Domäne wie das NEGRA-Korpus angehört. Zum anderen sollte untersucht werden, wie sich die Ergebnisse verändern, wenn ein Korpus nicht manuell aufbereitet ist, beispielsweise im Hinblick auf Part-of-Speech-Tags. Die folgenden Unterabschnitte beschreiben die Evaluierung. Da es sich nur um eine kleine Stichprobe handelt, werden die quantitativen Ergebnisse zusammenfassend dargestellt; dafür werden qualitativ einige Beispiele und Probleme erläutert.

#### Stichprobe

Zur Evaluierung des Ansatzes auf Zeitungstexten, die nicht Bestandteil des NEGRA-Korpus sind, wurde eine Stichprobe von Nachrichtentexten der österreichischen Tageszeitung *Der Standard* verwendet. Im Rahmen eines Projekts<sup>1</sup> wurde ein Korpus von im Internet verfügbaren Artikel aus der Tageszeitung *Der Standard* gesammelt und getaggt. Es wurde ein System entwickelt, mit dem gesprochene, natürlichsprachliche Benutzeranfragen analysiert und mit den im *Der Standard*-Korpus vorhandenen Informationen verglichen. Um typische Benutzeranfragen zu erheben, wurden Wizard-of-Oz-Experimente [35] durchgeführt, bei denen den Benutzern der

<sup>1</sup>MULTIMODWEBACCESS: A Multimodal Speech Interface for Accessing Web Pages ([http://www.ofai.at/research/nlu/projects/nlproject\\_multimodwebaccess.html](http://www.ofai.at/research/nlu/projects/nlproject_multimodwebaccess.html)), gefördert vom Fonds zur wissenschaftlichen Forschung (FWF), P13704

Eindruck vermittelt wurde, das System zum Verstehen von gesprochenen und geschriebenen Benutzeranfragen sei bereits fertig implementiert. Den Benutzern wurden Rechercheaufgaben gestellt, die durch natürlichsprachliche Anfragen an das System zu lösen waren [56].

Das Korpus dient als Grundlage für die Erkennung und Korrektur von Erkennungsfehlern sowie für ‘Query Expansion’, d.h. die Reformulierung der Suchanfrage in einer spezifischen bzw. nicht mehrdeutigen Variante [57]. Die Einbeziehung von Kontext- und Weltwissen unterstützt die Interpretation der Benutzeranfragen [55]. Das entwickelte System verwendet ontologisches Wissen, das in Form von Konzepten, Prädikaten und Relationen aus dem Textkorpus extrahiert wurde, um kontextuelle Ambiguitäten und Widersprüche aufzulösen, die aus Spracherkennungsfehlern und Auslassungen herrühren.

Die Stichprobe besteht aus 65 Artikeln zu verschiedenen Themen, die an einem Tag erschienen sind, mit insgesamt 22625 Wörtern. Überschriften wurden nicht in die Stichprobe aufgenommen.

In der Stichprobe werden manuell die Negationselemente markiert und nach ihrer Funktion klassifiziert. Es wird der Kontext untersucht, um zu bestimmen, ob das Negationselement temporal modifiziert ist. Es ergibt sich die in Tabelle 7.8 dargestellte Verteilung für die 176 Negationselemente.

Kategorie	Anzahl	Anteil in %
Negation in Aussage	160	90,9
Negation in Sprechereinstellung	0	0,0
Negation in rhetorischer Relation	15	8,5
Negation in NPI	1	0,6

**Abbildung 7.8:** Funktion der Negationselemente im *Standard*-Korpus

Überraschend ist, dass in dem Subkorpus keine Negation enthalten ist, die eine Sprechereinstellung charakterisiert. Es gibt nur einige Sätze, die zwar Hinweise auf Bewertungen durch die Textproduzenten oder zitierte Personen geben, allerdings nicht als klare Sprechereinstellungen realisiert sind und daher nicht als solche klassifiziert werden. Im folgenden einige Beispiele für diese Art der Grenzfälle:

- (7.5) *Dass Trattners Rückzug nicht überraschend komme, wie Parteichefin und Klubobmann weiszumachen versuchen, ist nicht sehr glaubwürdig.*
- (7.6) *Von Endabrechnung im eigentlichen Sinne des Wortes kann allerdings nach der chaotischen Wahnacht keine Rede sein.*
- (7.7) *Weiter kommentiere ich das nicht.*
- (7.8) *FPÖ-Klubobmann Peter Westenthaler meinte im Gespräch mit dem STANDARD, dass dieser Schritt seit langem geplant und jedenfalls keine Überraschung sei.*

## Verarbeitung

Die Stichprobe wurde mit dem TreeTagger [93, 94] getaggt. Der Tagger identifizierte 28004 Tokens, also Wörter, Satzzeichen und numerische Ausdrücke. Auch Satzgrenzen wurden von dem TreeTagger zugewiesen. Die Artikel enthalten 1611 Sätze.

## Ergebnisse

Die 1611 Sätze im *Standard*-Korpus wurden automatisch in Segmente unterteilt, was in 4952 Segmenten resultierte. 171 der Segmente (3,45%) enthalten zumindest ein Negationselement. Von den 176 Negationselementen im Subkorpus wurden 175 korrekt identifiziert. Das Negationselement *keinesfalls* war nicht in der Liste der auf dem NEGRA-Korpus erstellten Negationselemente, da es nicht in der Stichprobe vorkam. Es wurde nun zu der verwendeten Liste der Negationselemente zugefügt. Insgesamt handelt es sich bei den Negationselementen um eine geschlossene Klasse. Es ist also nicht davon auszugehen, dass die Liste der Negationselemente laufend dynamisch erweitert werden muss. Da das *Standard*-Korpus im Gegensatz zum NEGRA-Korpus nicht aus manuell korrigierten oder annotierten Daten besteht, kam es zu Problemen, die von falsch zugewiesenen Part-of-Speech-Tags herrühren. Viele Segment-Grenzen wurden falsch identifiziert, insbesondere weil Satzzeichen falsch interpretiert wurden oder zugewiesene Wortkategorien zu falschen Segmentierungen führten.

Von den 169 Sätzen, die wenigstens ein Negationselement enthalten, wurden 112 (66,3%) korrekt segmentiert, d.h. ein Segment enthält die negierte Aussage. Im Fall der restlichen 37 Sätze wäre eine tiefere syntaktische Analyse nötig. 13 Segmentierungsfehler traten im Zusammenhang mit komplexen Koordinationen auf. In diesen Fällen wird häufig eine syntaktische Analyse benötigt, um zu bestimmen, ob das Koordinationselement mehrere Elemente einer Aussagen oder unterschiedliche Aussagen verbindet, z.B. der Satz

(7.9) *Man soll ja nicht überkritisch oder vorauseilend böse sein [...]*

in dem der Negationsskopos sich auf beide Adjektive erstreckt, die von *oder* verbunden werden, während der Satz

(7.10) *Wenn nichts passiert und die Regierung auf das Erreichen des Nulldefizits wartet [...]*

zwei durch *und* verbundene (konditionale) Aussagen enthält, von denen nur die erste negiert ist.

Der *Standard* enthält nur ein NPI, und dieses NPI ist nicht in der Liste der NPIs für das Deutsche [97] enthalten, was daran liegen mag, dass es eine eher im österreichischen Deutsch als in der Standardsprache verbreitete Formulierung ist:

(7.11) *Für RichterIn Karin Garz-Holzmann saß nicht der Schmid, sondern der Schmidl im Berliner Gerichtssaal.*

Hier zeigt sich auch ein weiteres Problem der NPIs: nicht nur kann es verschiedene Formulierungen in unterschiedlichen Sprachvarietäten geben, teilweise gibt es auch Unterschiede bei den Schreibweisen. Das obige Beispiel bezieht sich wohl auf den Beruf Schmied, was sich nicht in der im *Standard* gewählten Schreibweise widerspiegelt. Für solche Fälle müssen bei den NPIs auch Varianten von Schreibweisen abgedeckt sein.

In 17 Fällen werden Negationen als Bestandteil von Sprechereinstellungen erkannt, wobei keine der Zuweisungen zutreffend ist. 12 der falschen Zuweisungen basierten auf vom POS-Tagger falsch zugewiesenen Wortkategorien.

Bei der Erkennung von rhetorischen Funktionen im *Standard*-Korpus sind hingegen alle 15 Zuweisungen korrekt, und es werden keine rhetorischen Relationen übersehen. Im einzelnen werden 9 Fälle von CONDITION-Relationen gefunden, 4 Fälle von CONTRAST-Relationen und 1 für die CONTINUATION-Relation.

Tabelle 7.9 fasst die Ergebnisse der Analyse der Funktion der 175 Negationselemente für das *Standard*-Korpus zusammen.

Kategorie	Anzahl identifiziert	Präzision	Recall	F-Maß
Negation in Aussage	143	100,0	89,4	94,4
Negation in Sprechereinstellung	17	0,0	0,0	0,0
Negation in rhetorischer Relation	15	100,0	100,0	100,0
Negation in NPI	0	0,0	0,0	0,0

**Abbildung 7.9:** Ergebnisse: Negationsfunktion im *Standard*-Korpus

Es ergeben sich Verzerrungen dadurch, dass die Kategorien sehr ungleich verteilt sind. Negation als Teil einer rhetorischen Relation lässt sich offenbar sehr gut klassifizieren. Das liegt wohl daran, dass das Negationselement die rhetorische Relation direkt markiert. Bei der automatischen Klassifikation von rhetorischen Relationen besteht sonst das Problem, Relationen zu erkennen, die implizit sind, was in der Regel bedeutet, dass keine Diskursmarker wie zum Beispiel *jedoch*, *statt dessen* auftreten, die die Art der Relation näher charakterisieren. In diesen Fällen ist es häufig nur mit Weltwissen möglich, den Relationstyp zu erschließen. In den Fällen, in denen Negationselemente eine Relation andeuten, ist die Zuordnung wesentlich einfacher, da die Negation Bestandteil der expliziten Markierung von rhetorischen Relationen ist.

14 temporale Einschränkungen der Negation werden im *Standard*-Korpus identifiziert, davon 4, die 'noch nicht' und 10, die 'nicht mehr' ausdrücken. 2 der Temporalzuweisungen waren falsch, da *noch* bzw. *mehr* in dem Kontext keine zeitliche Bedeutung hatten. Es wurden keine temporalen Einschränkungen auf Negationen übersehen. Tabelle 7.10 zeigt die Ergebnisse für die temporale Einschränkung.

Kategorie	Anzahl identifiziert	Präzision	Recall	F-Maß in %
Temporale Einschränkung	14	85,7	100,0	92,3

Abbildung 7.10: Ergebnisse: Temporale Einschränkung im *Standard*-Korpus

## 7.4 Probleme und Ausblick

Die in den vorigen Abschnitten erläuterten Evaluierungsschritte haben gezeigt, dass die Erkennung und Klassifikation der Negation in einigen Aspekten durchaus zufriedenstellend funktioniert. Es ist zu erwarten, dass weitere Verarbeitungsschritte von der Information profitieren, die die Analyse der Negation und ihrer Funktion den Instanzen der Negation in Zeitungstexten zuweist. Es treten jedoch einige systematische Probleme auf, die im folgenden beschrieben werden sollen.

### Segmentierung

Das Negationsmodul in seinem derzeitigen Zustand verwendet keine syntaktischen Informationen. Dieser Entscheidung liegt die Überlegung zugrunde, dass die Negationsverarbeitung robust und vielfältig einsetzbar sein soll. Syntaktisches Parsing ist jedoch weiterhin für das Deutsche kaum frei verfügbar. In vielen Fällen ist syntaktisches Parsing auch wenig robust, was weite strukturelle Abhängigkeiten in Sätzen angeht. Falls sehr komplexe Satzkonstruktionen auftreten, so ist das syntaktische Parsing in vielen Fällen aufwändig und fehlerbehaftet. Gerade bei diesen komplexeren Konstruktionen ist jedoch die Bestimmung des Negationsskopus eine Herausforderung.

Die beschriebene Erkennung und Kategorisierung von Negation ist unabhängig von syntaktischer Verarbeitung. Dabei geht die größere Flexibilität zu Lasten der Genauigkeit der Skopusbestimmung. Statt den Skopus grammatisch zu bestimmen, versucht das Modul zur Negationsverarbeitung, die Aussage zu segmentieren, auf die sich die Negation bezieht. Dies ist allerdings problematisch, wenn eine Aussage mit anderen Aussagen verbunden ist, da es schwer ist, die Grenzen des Einflusses der Negation zu bestimmen.

### Klassifizierung der Negationsfunktion

Ein für die weitere Verarbeitung wichtiger Aspekt der Negationsfunktion ist der Beitrag, den die Negation zum propositionalen Gehalt des Satzes liefert. Bei jeder Klassifizierung der Negation ist die Frage zu stellen, ob die Negation die Zusammenhänge negiert oder die Negation eine andere Funktion erfüllt und die Zusammenhänge, die im Kontext stehen, positiv dargestellt sind.

Die Evaluation zeigt, dass das Modul weitgehend in der Lage ist, diese Unterscheidung mit richtigem Ergebnis zu treffen. Ein Problem in der Hinsicht bietet doppelte Negation, die in der deutschen Schriftsprache meist einen positiven Sachverhalt ausdrückt. Im folgenden Satz aus der zweiten NEGRA-Stichprobe wird beispielsweise ausgedrückt, dass Turrini sehr wohl *an Sarkasmus grenzende Ironie* eingesetzt hat:

(7.12) *Ohne an Sarkasmus grenzende Ironie scheint Turrini dabei nicht ausgekommen zu sein*  
[10236]

In diesem Fall sollte die Negationsverarbeitung die doppelte Negation erkennen, um den positiven Gehalt der Aussage bestimmen zu können. Der ganze Satz ist als eine Aussage segmentiert worden. Es reicht in dem Fall also, die beiden Negationen in der Aussage zu bestimmen und den Satz als doppelte Verneinung zu kennzeichnen. Weitere Verarbeitungsschritte können diese Information dann berücksichtigen.

Problematischer ist ein Fall von doppelter Verneinung, wie er im folgenden (verkürzt wiedergegebenen) Satz auftritt, der ebenfalls in der NEGRA2-Stichprobe vorkommt:

(7.13) [...] *und es gebe wohl keinen ostasiatischen Tempel mehr*  
*den er nicht gesehen habe* [111708]

In diesem Beispielsatz erstreckt sich die doppelte Verneinung auf eine Hauptsatz-Nebensatz-Konstruktion. Eine syntaktische Analyse kann bestimmen, ob sich der eine Verneinung enthaltene Relativsatz (*den er nicht gesehen habe*) auf die vorangehende Nominalphrase (*keinen ostasiatischen Tempel*) bezieht, die ebenfalls eine Verneinung enthält. Ohne syntaktische Information kann nur die Untersuchung eines großen Korpus Aufschluss darüber bringen, ob sich in solchen Konstruktionen mit doppelten Verneinungen die Negationen immer gegenseitig aufheben oder ob Fälle eintreten können, bei denen die Negationen eigenständig sind. Bei der Klassifikation der Negationsfunktion ist es jedenfalls sinnvoll, zwei Negationen, die in unmittelbarem Kontext zueinander auftreten, mit einer gesonderten Markierung zu versehen.

Im Fall der Klassifizierung von rhetorischen Relationen kommen einige Fragen auf. Zum einen ist es ein Problem, wie ein Negationsmodul mit unvollständig ausgedrückten oder satzübergreifenden Relationen umgehen soll. So verteilen sich die rhetorischen Relationen CONTRAST und CONTINUATION häufig auf mehrere Sätze. Die CONTINUATION-Relation besteht in vielen Fällen aus Satzkonstruktionen wie *nicht nur ... sondern auch*. Es ist ein stilistisches Mittel in der Zeitungssprache, nur den ersten Teil zu realisieren, wie in dem folgenden fiktiven Beispiel:

(7.14) *Dieses Vorgehen hat nicht nur für Begeisterung gesorgt.*

Der zweite Teil der Relation, den man mit *sondern* einleiten könnte, wird in dem Fall nicht ausgedrückt, sondern schwingt unausgesprochen, aber aus dem Gegenteil von *Begeisterung* herleitbar, mit. In dem Fall ist es sinnvoll, die Negationsfunktion aufgrund des Ausdrucks *nicht*

*nur*, bei dem das Negationselement unmittelbar vor der Einschränkung *nur* auftritt, als CONTINUATION zu klassifizieren. Schwieriger ist dies bei unvollständigen Realisierungen der CONTRAST-Relation, da es hier neben dem Negation keine sonstigen Diskursmarker gibt, die eine CONTRAST-Relation verlässlich anzeigen. Um zu erschließen, dass es sich um eine CONTRAST-Relation handelt, ist häufig Weltwissen erforderlich, wie in dem folgenden fiktiven Beispiel:

(7.15) *Dies ist kein Scherz. Es ist bittere Realität.*

Hier ist es wohl am sinnvollsten, nur die negierte Aussage zu markieren und keine rhetorische Relation zuzuweisen, obwohl dadurch im Einzelfall interessante Information verloren geht.

Bei der Durchsicht der Daten ergaben sich neben den rhetorischen Relationen CONTRAST, CONTINUATION und CONDITION noch zwei Kontexte, in denen Negation eine rein rhetorische Funktion erfüllt. Das sind zum einen rhetorische Fragen, die häufig als stilistisches Mittel in Zeitungstexten, und hier vor allem im Kommentaren, auftreten, wie im folgenden Beispiel (aus NEGRA2):

(7.16) *Ist das nicht eine Verschwendung von Spendengeldern, die besser in Projekte fließen sollten?* [11968]

Die Negation ist in diesem Fall Bestandteil der rhetorischen Frage, die ausdrückt, dass es sich eben gerade um eine *Verschwendung von Spendengeldern* handelt. In der deutschen Schriftsprache sind neben Satzzeichen, in Fall der Fragen also das Fragezeichen, ein vorangestelltes finites Verb oder ein Fragewort ein Hinweis, dass es sich um eine Frage handelt. Im vorangehenden Beispiel wird die Frage durch das finite Verb eingeleitet, im folgenden Beispiel (NEGRA2) durch ein Fragewort:

(7.17) *Warum finanzieren sie nicht weniger Projekte, aber dafür vollständig?* [11961]

Eine weitere rein rhetorische-stilistische Funktion von Negation ist die Verwendung in Kontexten wie *keine Frage*. Diese Fälle werden in der Klassifikation der Negationsfunktion bisher nicht gesondert behandelt, da der Übergang zu Negationen, die mehr als eine rhetorische Funktion haben, fließend ist, wie zum Beispiel *kein Problem* oder *kein Anlass*.

## 7.5 Zusammenfassung: Evaluierung des Ansatzes

In diesem Kapitel wurde beschrieben, wie der im vorigen Kapitel entwickelte Ansatz zur regelbasierten Erkennung von Mustern in Negationskontexten auf zwei deutschsprachigen Zeitungskorpora getestet wurde. Die Evaluierung verfolgte mehrere Ziele. Einerseits sollte überprüft werden, ob sich die Ergebnisse der empirischen Studie auf dem ersten NEGRA-Subkorpora

NEGRA1 auch auf andere Korpora anwenden lassen. Dies betrifft die Identifikation der Negationselemente, die Bestimmung des Negationskontexts als Aussagensegmentierung sowie die Klassifikation der Negationsfunktion. Andererseits wurde die Evaluierung durchgeführt, um zu überprüfen, ob die Negationsverarbeitung als Vorverarbeitungsschritt Ergebnisse liefert, von denen anzunehmen ist, dass sie von weiteren Verarbeitungsschritten in Anwendungen wie Informationsextraktion oder Sentiment-Analyse genutzt werden können.

Im Rahmen der Evaluierung wurde die entwickelte Komponente zur automatischen Verarbeitung der Negation auf zwei Korpora angewendet. Dabei handelte es sich zum einen um einen weiteren Teil des NEGRA-Korpus (NEGRA2), der in der empirischen Studie, die in Kapitel 4 und Kapitel 5 beschrieben wurde, nicht betrachtet worden war. Auch dieser NEGRA-Subkorpus ist mit manuell korrigierten Part-of-Speech-Tags und Satzgrenzen annotiert. Als zweites Testkorpus wurde eine Sammlung von Zeitungsartikeln verwendet, die im Laufe eines Tages in der österreichischen Tageszeitung *Der Standard* erschienen sind. Dieses Korpus wurde ausschließlich automatisch vorverarbeitet und nicht manuell aufbereitet. Die Qualität der Zuweisungen von Part-of-Speech-Tags und Satzgrenzen ließ zu wünschen übrig, spiegelt aber reale Gegebenheiten bei der Verarbeitung von verrauschten Zeitungstexten wider.

Die Evaluation ergab, dass sich im Hinblick auf die Struktur der Negationskontexte zwischen den Korpora keine große Unterschiede feststellen lassen. Insofern führte die Verwendung der für das erste NEGRA-Subkorpus NEGRA1 entwickelten Regeln und Muster zu zufriedenstellenden Ergebnissen. Allerdings kam es zu Problemen, die durch falsche Satzsegmentierungen und POS-Zuweisungen im *Standard*-Korpus zu erklären sind.

Insgesamt zeigt sich, dass die Qualität sowohl der Aussagensegmentierungen als auch der Identifizierung von Negationskontexten mit Sprechereinstellungen mit den verwendeten Mustern unzureichend war. Im Falle der Aussagensegmentierungen lassen sich deutlich bessere Ergebnisse erzielen, wenn die Vorverarbeitung, also die Qualität der POS-Zuweisungen, verbessert werden kann. Im Fall der Sprechereinstellungen hat sich gezeigt, dass die verwendeten Muster die Vielfalt der sprachlichen Ausdrucksweisen, die Sprechereinstellungen umschreiben, nur unvollständig erfassen. Hier kann die Verwendung einer größeren Korpusgrundlage und die schrittweise Ausweitung der Muster Abhilfe schaffen. Denkbar ist auch die Verwendung von statistischen Klassifikationsverfahren, wozu allerdings Trainingskorpora benötigt werden.

Sehr ermutigend sind die Ergebnisse, die die Behandlung von Negation in Aussagen, rhetorischen Relationen zu Aussageverknüpfungen und im wesentlichen auch NPIs oder Redewendungen betreffen. Es ist größtenteils möglich, die Negationskontexte zutreffend zu klassifizieren. Auch zeitliche Einschränkungen werden relativ zuverlässig erkannt.

Die Tabelle 7.11 zeigt vergleichend die Ergebnisse, die auf den beiden Testkorpora, NEGRA2 und *Der Standard* erzielt wurden. Es zeigt sich, dass in beiden Korpora Negation in Sprechereinstellungen und in NPI vergleichsweise selten vorkommen. Im *Der Standard*-Korpus werden die Negationen als Marker für rhetorische Relationen deutlich zuverlässiger identifiziert. In beiden Test-Korpora sind die Ergebnisse für die Negation in Aussagen, die den größten Anteil bildet, vergleichsweise gut. Relativ zuverlässig ist die Identifizierung von temporalen Einschränkungen

in beiden Korpora.

Kategorie	NEGRA2			<i>Der Standard</i>		
	Anzahl	%-Anteil	F-Maß	Anzahl	%-Anteil	F-Maß
Negation in Aussage	470	83,3	91,5	160	90,9	94,4
Negation in Sprechereinstellung	11	2,0	28,9	0	0,0	0,0
Negation in rhetorischer Relation	71	12,9	79,7	15	8,5	100,0
Negation in NPI	12	2,1	96,0	1	0,6	0,0
Temporale Einschränkung	87	-	98,9	12	-	92,3

**Abbildung 7.11:** Ergebnisse auf der NEGRA2-Stichprobe und dem *Standard*-Korpus im Vergleich

Im wesentlichen ist die automatische Negationsverarbeitung in der Lage, Negationselemente zu identifizieren, Negationskontexte zu klassifizieren, indem negierte Aussagen grob segmentiert werden, sowie Negationsfunktionen zuzuweisen. Abgesehen von der Identifikation von Negation im Kontext von Sprechereinstellungen, bei der eine frühere Verzahnung der Negationsverarbeitung mit einer Komponente zur Sentiment-Analyse oder zum Opinion Mining vermutlich sinnvoll ist und zu besseren Ergebnissen führen würde, kann die Negationsverarbeitung Eingabetexte verarbeiten, die nur mit Part-of-Speech-Information versehen sind. Die von der automatischen Negationsverarbeitung gelieferte Information erscheint zutreffend und detailliert genug, um die Analyse von nachfolgenden Verarbeitungsschritten und Anwendungen wie Informationsextraktion und Sentiment-Analyse und Opinion Mining zu verbessern.

## Schlussbemerkung

Die vorliegende Arbeit beschreibt einen Ansatz, der Negation, typische Negationskontexte und ihre Funktion in deutschen Nachrichtentexten klassifiziert. Die Arbeit beinhaltet eine empirische Studie sowie die Implementation eines Moduls zur Behandlung von Negation. Der Ansatz hat drei Hauptergebnisse.

Zum einen sind aus der empirischen Studie annotierte Korpus-Ressourcen entstanden. Deutschsprachige Zeitungstexte wurden mit Informationen über die darin enthaltene, lexikalisch realisierte Negation annotiert. Bei einer Ressource handelt es sich dabei um einen Ausschnitt aus dem syntaktisch vorverarbeiteten und manuell annotierten NEGRA-Korpus, das in vielen Anwendungen für verschiedene Zwecke zum Einsatz kommt. Zum anderen wurde ein kleines neues Korpus erschlossen, das Texte aus der österreichischen Tageszeitung *Der Standard* enthält, die lediglich von einem frei erhältlichen Part-of-Speech-Tagger vorverarbeitet wurden.

Ein zweites wesentliches Ergebnis der Arbeit ist eine Typologie und Klassifikation der Negation in deutschsprachigen Zeitungstexten. Basierend auf der empirischen Studie wurde untersucht, welche Funktion die in den Texten vorkommende Negation erfüllt. Eine wesentliche Frage war dabei die Bestimmung des Beitrags, die die Negation zum propositionalen Gehalt einer Aussage liefert. Mithilfe der Klassifikation lässt sich unterscheiden zwischen Negationen, die Aussagen verneint, und Negationen, die vorwiegend rhetorische Funktionen erfüllen.

Als drittes Ergebnis entstand im Rahmen der Arbeit ein Modul zur automatischen Identifizierung von Negation und zur Klassifikation der Negationsfunktion. Dieses Modul identifiziert Negationselemente in Part-of-Speech-getaggten Texten; es segmentiert den Aussagekontext der auftretenden Negationen, und schließlich klassifiziert es die Negationen im Hinblick auf die Aussage- bzw. Negationskontexte nach ihren Funktionen. Das Modul wurde auf Korpora mit deutschsprachigen Zeitungstexten getestet.

Der Ansatz geht über bestehende Verfahren hinaus, indem er

- flexibel in Bezug auf Anwendungen ist: der Ansatz wurde auf deutschsprachigen Zeitungstexten entwickelt, die sehr vielfältig im Hinblick auf Inhalte und sprachlichen Ausdruck sind. Bisher beziehen nur relativ wenige Systeme Negation ein; überwiegend sind sie stark an die Domäne biomedizinischer Texte oder Benutzerbewertungen von Produkten angepasst. Zeitungstexte weisen dagegen ein großes Spektrum von Themen und stilistische Vielfalt auf.
- eine Klassifikation der Negation nach ihrer Funktion entwickelt: es werden nicht nur die sprachlichen Ausdrücke oder Konzepte identifiziert, die negiert sind. Vielmehr wurde eine Klassifikation konzipiert, aufgrund der ein Modul zur Vorverarbeitung Negationen aufgrund ihres Beitrags zur Bedeutung von Aussagen kategorisiert. Dabei wird unterschieden zwischen Negationen, die Zusammenhänge negieren, was wichtig für weitere Verarbeitungsschritte werden kann, von Negationen, die Relationen zwischen Aussagen ausdrücken. Letztere Funktion ist zwar für inhaltliche und sprachliche Kohärenz wichtig, aber sie dient nicht dazu, den Wahrheitswert einer wesentlichen Aussage im Text umzukehren.
- Ressourcen für das Deutsche schafft: die meisten bestehenden Systeme verarbeiten englischsprachige Texte. Es gibt bisher kaum Ansätze, die sich mit anderen Sprachen beschäftigen. Die im Rahmen der empirischen Studie und für die Evaluation entstandenen Ressourcen bilden eine Grundlage für die Untersuchung von Negation im Deutschen, die auch von anderen Anwendungen genutzt werden kann. Auf diese Weise können System profitieren, die deutschsprachige oder multilinguale Texte verarbeiten.

Die Arbeit ist motiviert von der Beobachtung, dass Negation in Texten ein häufiges Phänomen ist und einen sprachlichen Mehrwert einbringt. Einerseits kann ein Modul zur automatischen Verarbeitung von Textinhalten Negation nicht einfach auslassen, da dies in vielen Fällen zu einer nicht zutreffenden Repräsentation des Textinhalts führt. Ein negierter Zusammenhang ist eben häufig – wenn auch nicht immer – das Gegenteil von seinem positiven Gegenstück. Gleichzeitig kann Negation vielfältige Funktionen erfüllen: Negation verneint nicht nur Zusammenhänge, sie markiert auch Information und verleiht ihr dadurch mehr Bedeutung. Viele Zusammenhänge können positiv oder negiert ausgedrückt werden. In den Fällen, in denen Negation auftritt, betont sie die negierte Information. Indem eine Aussage, ein Zusammenhang, eine Einstellung oder ein Konzept negiert wird, beziehen sich Textproduzenten auf Erwartungen, die sie bei den Lesern voraussetzen. Durch die Negation teilen die Textproduzenten den Lesern mit, dass eine bestimmte Erwartung eben nicht, noch nicht oder nicht mehr der Wirklichkeit entspricht. Die Korrektur von Lesererwartungen liefert häufig neue Information. Unterscheidet man die in Texten mitgeteilte Information in 'given' und 'new' [22], so ist negierte Information häufig der Kategorie 'new' zuzurechnen.

Der Bedeutung der Negation in Texten, die die empirische Studie gezeigt hat, werden maschinelle Verfahren bisher meist nicht gerecht. Häufig wird negierte Information ignoriert, um zu einer rein positiven Darstellung von Aussagen und Zusammenhängen zu gelangen: Zusammenhänge, die nicht in positiver Form vorkommen, werden als nicht-existent betrachtet. Im Text ent-

haltene Informationen werden häufig in dieser rein positiven Form extrahiert und repräsentiert: dies betrifft beispielsweise Anwendungen wie Informationsextraktion und Question Answering. Systeme, die Negationen ignorieren, lassen im besten Fall wichtige Information aus, im schlechtesten Fall produzieren sie Fehler.

Die vorliegende Arbeit geht von Anwendungen der Informationsextraktion und verwandten Gebieten aus. Sie untersucht und modelliert die Aspekte und Funktionen der Negation, die die maschinelle Weiterverarbeitung beeinflussen, wenn der Inhalt eines Zeitungsartikels automatisch erfasst werden soll. Es wurden annotierte Ressourcen erstellt, die es ermöglichen, lexikalisch realisierte Negation in deutschen Zeitungstexten zu untersuchen und automatisch zu verarbeiten. Anhand der empirischen Analyse wurde eine Klassifikation der Negation und ihrer Funktion entwickelt, die vor allem von dem Beitrag ausgeht, den ein bestimmtes Negationsphänomen und sein Kontext für den propositionalen Gehalt eines sprachlichen Ausdrucks liefert. Eine Unterscheidung zwischen den verschiedenen Typen von Negation ermöglicht es, in Texten vorkommende Information nach ihrer Polarität als positiven oder negativen Zusammenhang einzuordnen. Zwar wurde die Klassifikation auf deutschsprachigen Zeitungstexten erarbeitet, doch wurde sie mit dem Ziel entwickelt, auch für andere Anwendungen und Sprachen einsetzbar zu sein. Mit dem vorgestellten Ansatz ist es möglich, verschiedenste Negationsphänomene und -kontexte zu erfassen.

Anhand der Negationskontexte und -funktionen wurde ein regelbasiertes Modul entwickelt, das in Texten, die lediglich Part-of-Speech-getaggt sind, Negationen identifiziert, Negationskontexte eingrenzt und Negationsfunktionen zuweist. Einerseits benötigt das Modul also keine aufwändige syntaktisch-semantische Aufbereitung der Eingabetexte, andererseits kann es als Vorverarbeitungsschritt dienen, um grundlegende Information über die in Texten vorkommenden negierten Zusammenhänge zu markieren. Für Negation in Kernaussagen und in NPIs lässt sich mit verlässlicher Negation und Negationsfunktion bestimmen (F-Maß > 90 %). Für Negation als Markierung von rhetorischen Relationen wird immer noch ein F-Maß von knapp 89 % erzielt. Die Erkennung von Negationen im Kontext von Sprechereinstellungen funktioniert bisher nur unbefriedigend (F-Maß < 30 %), allerdings ist zu erwarten, dass sich dieses Ergebnis durch die Einbeziehung eines Sentiment-Lexikon mit Wörtern, die häufig Sprechereinstellungen ausdrücken, verbessern lässt. Insgesamt liefern die Klassifikation und das Modul zur automatischen Vorverarbeitung von Negation wichtige Informationen, die von späteren Verarbeitungsschritten genutzt werden können.



# Regeln zur Identifikation und Klassifikation der Negation und ihrer Kontexte und Funktionen

Im folgenden werden die vom Perl-Modul verwendeten Regeln beispielhaft in paraphrasierter und zusammengefasster Form aufgelistet, die häufig zutreffen und gute Ergebnisse bei der Segmentierung von Negationskontexten und der Klassifikation von Negationsfunktionen liefern.

## A.1 Segmentierung von Negationskontexten

*Regel: Satzanfänge und Satzenden bilden Aussagegrenzen.*

*Regel: Als Negationskontext kann ein Negation enthaltender Satzbestandteil gelten, der einem Hauptsatz entspricht, also zumindest eine Nominalphrase, die Subjekt sein kann, und eine vollständige Verbalphrase enthält.*

*Regel: Tritt ein 'weder' mit einem 'noch' auf, haben beide Negationselemente Negationskontexte.*

*Regel: Satzzeichen sind Indikatoren für Aussagegrenzen.*

*Regel: Konjunktionen sind Indikatoren für den Beginn einer Aussage.*

*Regel: Finite Verben nach Satzzeichen sind Indikatoren für den Beginn einer Aussage.*

*Regel: Einschübe können durch Satzzeichen und/oder Satzstruktur gekennzeichnet sein. Enthalten sie keine Negationselemente, werden sie nicht zum Negationskontext gerechnet.*

*Regel: Konstruktionen mit erweiterten Infinitiven markieren Aussagen.*

*Regel: Infinitive bilden keine eigenständigen Aussagen.*

## **A.2 Klassifizierung von Negationsfunktionen**

*Regel: 'noch' innerhalb einer Aussage vor einem Negationselement schränkt eine Negation zeitlich ein.*

*Regel: 'mehr' innerhalb einer Aussage nach einem Negationselement schränkt eine Negation zeitlich ein.*

*Regel: Negation in einem Hauptsatz, in den eine Aussage eingebettet ist, markiert eine Sprecher-einstellung.*

*Regel: Wird eine negierte Aussage von einem durch die Konjunktion 'sondern' eingeleiteten Teilsatz gefolgt, so wird die zweiteilige Konstruktion als rhetorische Relation klassifiziert.*

*Regel: Folgt ein Indikator für eine Aufzählung (wie zum Beispiel 'auch', 'ebenso') auf die Konjunktion 'sondern', wird die rhetorische Relation als CONTINUATION-Relation klassifiziert.*

*Regel: Folgt kein Indikator für eine Aufzählung (wie zum Beispiel 'auch', 'ebenso') auf die Konjunktion 'sondern', wird die rhetorische Relation als CONTRAST-Relation klassifiziert.*

*Regel: Wird eine Aussage durch 'wenn' oder 'falls' eingeleitet, wird die rhetorische Relation als CONTRAST-Relation klassifiziert.*

*Regel: Wird eine Aussage durch ein finites Verb eingeleitet, wird die rhetorische Relation als CONTRAST-Relation klassifiziert.*

*Regel: Finden sich die Bestandteile von NPIs aus dem Lexikon in einem Negationskontext, wird der Negationskontext als NPI klassifiziert.*

# Literaturverzeichnis

- [1] Ahmed Abbasi and Hsinchun Chen. Affect intensity analysis of dark web forums. In *Intelligence and Security Informatics*, page 28200288, 2007.
- [2] Amjad Abu-Jbara and Dragomir Radev. UMichigan: A Conditional Random Field Model for Resolving the Scope of Negation. In *Proceedings of the First Joint Conference on Lexical and Computational Semantics (SEM)*, pages 328–334, Montreal, Canada, Juni 7-8 2012.
- [3] Kirsten Adamzik. *Probleme der Negation im Deutschen: Studien zur zeitgenössischen Grammatikographie*, volume 10 of *Studium Sprachwissenschaft*. Nodus, Münster, beihefte edition, 1987.
- [4] Pascal Amsili and Nabil Hathout. Computational Semantics of Time/Negation Interaction. In *Proceedings COLING'96 (International Conference on Computational Linguistics)*, Copenhagen, August 1996.
- [5] David B. Aronow, Fangfang Feng, and Bruce Croft. Ad hoc classification of radiology reports. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 6(5):393–411, 1999.
- [6] Nicholas Asher, Farah Benamara, and Yvette Yannick Mathieu. Distilling opinion in discourse: A preliminary study. In *Proceedings of COLING*, volume Companion Volume: Posters, pages 7–10, Manchester, UK, 2008.
- [7] Nicholas Asher and Alex Lascarides. *Logics of Conversation*. Cambridge University Press, 2003.
- [8] Allan Bell. *The Language of News Media*. Wiley-Blackwell, May 1991.
- [9] Ursula Bellugi. *The Acquisition of the System of Negation in Children's Speech*. Phd dissertation, Harvard University, Cambridge, MA, 1967.
- [10] Eduardo Blanco and Dan Moldovan. Semantic representation of negation using focus detection. In *Proceedings of the 49th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies (ACL-HLT 2011)*, Portland, OR, USA, 2011.

- [11] Svetla Boytcheva, Albena Strupchanska, Elena Paskaleva, and Dimitar Tcharaktchiev. Some Aspects of Negation Processing in Electronic Health Records. In *Proceedings of the International Workshop on Language and Speech Infrastructure for Information Access in the Balkan Countries*, pages 1–8, Borovets, Bulgaria, 2005.
- [12] Thorsten Brants. TnT – A Statistical Part-of-Speech Tagger. In *Proceedings of the Sixth Applied Natural Language Processing Conference ANLP*, Seattle, WA, 2000.
- [13] Paul Buitelaar, Philipp Cimiano, Marco Grobelnik, and Michael Sintek. Ontology Learning from Text, October 2005. Tutorial at ECML/PKDD.
- [14] Paul Buitelaar, Philipp Cimiano, Peter Haase, and Michael Sintek. Towards linguistically grounded ontologies. In *Proceedings of the 6th Annual European Semantic Web Conference (ESWC)*, 2009.
- [15] Robin D. Burke, Kristian J. Hammond, Vladimir Kulyukin, Steven L. Lytinen, Noriko Tomuro, and Scott Schoenberg. Question Answering from Frequently-Asked Question Files: Experiences with the FAQ Finder System. Technical report, AI Magazine, 1996.
- [16] Stephan Busemann and Hans-Ulrich Krieger. Resources and Techniques for Multilingual Information Extraction. In *Proceedings of LREC*, Lissabon, Portugal, 2004.
- [17] Hadumod Bussmann. *Lexikon der Sprachwissenschaft*. Kröner, Stuttgart, 1983.
- [18] Hadumod Bussmann. *Lexikon der Sprachwissenschaft*. Kröner, Stuttgart, 1990. 2. Auflage.
- [19] Wendy W. Chapman, W. Bridewell, P. Hanbury, Gregory F. Cooper, and Bruce G. Buchanan. A Simple Algorithm for Identifying Negated Findings and Diseases in Discharge Summaries. *Journal of Biomedical Informatics*, 34:301–310, 2001.
- [20] WW Chapman, W Bridewell, P Hanbury, GF Cooper, and BG Buchanan. Evaluation of negation phrases in narrative clinical reports. In *Proc AMIA Symp*, pages 105–109, 2001.
- [21] Philipp Cimiano. *Ontology Learning and Population from Text: Algorithms, Evaluation and Applications*. Springer, 2006.
- [22] Herbert H. Clark and Susan E. Haviland. Comprehension and the Given-New Contract. In R. Reedle, editor, *Discourse Production and Comprehension*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillside, NJ, 1974.
- [23] Jack G. Conrad and Frank Schilder. Opinion mining in legal blogs. In *Proceedings of the 11th international conference on Artificial intelligence and law (ICAIL'07)*, 2007.
- [24] Isaac Council, Ryan McDonald, and Leonid Velikovich. What’s great and what’s not: learning to classify the scope of negation for improved sentiment analysis. In *Proceedings of the Workshop on Negation and Speculation in Natural Language Processing*, pages 51–59, Uppsala, Sweden, July 2010. University of Antwerp.

- [25] Jim Cowie, Evgeny Ludovik, Hugo Molina-Salgado, Sergei Nirenburg, and Svetlana Scheremetyeva. Automatic Question Answering. In *Proceedings of the Computer-assisted Information Searching on Internet Conference (RIAO)*, Paris, April 2000.
- [26] Cassandre Creswell, Katherine Forbes, Eleni Miltsakaki, Rashmi Prasad, Aravind Joshi, and Bonnie Webber. The Predicate-Argument Structure of Discourse Connectives: A Corpus-based Study. In Antonio Branco, Tony McEnery, and Ruslan Mitkov, editors, *Anaphora Processing: Linguistic, Cognitive and Computational Modeling*. John Benjamins Publishing Company, 2004.
- [27] Sanjiv R. Das and Mike Y. Chon. Yahoo! for amazon: Sentiment extraction from small talk on the web. *Management Science*, 53:1375–1388, 2007.
- [28] Marie-Catherine de Marneffe. Finding Contradictions in Text. Stanford University, 2008.
- [29] Marie-Catherine de Marneffe, Anna Rafferty, and Christopher D. Manning. Finding Contradictions in Text. In *ACL/HTL*, 2008.
- [30] Frederike Eggs. Negation - funktional gesehen. In Inge Pohl and Karl-Ernst Sommerfeldt, editors, *Semantik und Pragmatik - Schnittstellen*, volume 59 of *Sprache: System und Tätigkeit*. Peter Lang, Frankfurt/Main, 2008.
- [31] Veronika Ehrich. Was 'nicht müssen' und 'nicht können' (nicht) bedeuten können: Zum Skopus der Negation bei Modalverben des Deutschen. In Reimar Müller and Marga Reis, editors, *Modalität und Modalverben im Deutschen*, pages 149–176. Buske Verlag, 2001.
- [32] PL Elkin, SH Brown, BA Bauer, CS Husser, W Carruth, LR Bergstrom, and DL Wahner-Roedler. A controlled trial of automated classification of negation from clinical notes. *BMC Med Inform Decis Mak*, 5(1):13, May 5 2005.
- [33] Teng-Kai Fan and Chia-Hui Chang. Sentiment-oriented contextual advertising. In *Proceedings of the 31th European Conference on IR Research on Advances in Information Retrieval (ECIR'09)*, Heidelberg, 2009. Springer.
- [34] Christiane Fellbaum, editor. *WordNet: An Electronic Lexical Database*. MIT Press, Cambridge, MA, 1998.
- [35] Norman M. Fraser and G. Nigel Gilbert. Simulating speech systems. *Computer Speech and Language*, 5(1):81–99, 1991.
- [36] Carol Friedman, Philip O. Alderson, John H.M. Austin, James J. Cimino, and Stephen B. Johnson. A General Natural-language Text Processor for Clinical Radiology. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 1(2):161–174, March/April 1994.
- [37] Stefan Gindl. Negation Detection in Automated Medical Applications: A Survey. Technical Report Asgaard-TRO-2006-1, Vienna University of Technology, Institute of Software Technology and Interactive Systems, October 2006.

- [38] Stefan Gindl. Negation Detection in Medical Documents Using Syntactical Methods. Master's thesis, Institute of Software Technology and Interactive Systems, Vienna University of Technology, March, 2008.
- [39] Ira Goldstein and Özlem Uzuner. Does negation really matter? In *Proceedings of the Workshop on Negation and Speculation in Natural Language Processing*, pages 23–27, Uppsala, Sweden, July 2010. University of Antwerp.
- [40] H. Paul Grice. Logic and Conversation. In P. Cole/J. Morgan, editor, *Syntax and Semantics*, volume 3: Speech Acts, pages 41–58. Academic Press, New York, 1975.
- [41] Ralph Grishman and Beth Sundheim. Message Understanding Conference – 6: A Brief History. In *Proceedings of the 16th International Conference on Computational Linguistics (COLING)*, volume 1, pages 466–471, Copenhagen, 1996.
- [42] Brigitte Grote. *Signaling coherence relations: temporal markers and their role in text generation*. PhD thesis, FB Sprach- und Literaturwissenschaft, Universität Bremen, 2004. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:46-diss000013256>.
- [43] Brigitte Grote and Manfred Stede. Discourse marker choice in sentence planning. In *Proceedings of the Ninth International Workshop on Natural Language Generation*, Niagara-on-the-Lake/Ontario, August 1998.
- [44] Sanda Harabagiu, Andrew Hickl, and Finley Lacatusu. Negation, Contrast and Contradiction in Text Processing. In *Proceedings of AAAI06*, 2006.
- [45] Sanda M. Harabagiu, Marius A. Pasca, and Steven J. Maiorano. Experiments with Open-Domain Textual Question answering. In *Proceedings of the International Conference on Computational Linguistics (COLING)*, Saarbrücken, Germany, pages 292–298, 2000.
- [46] Ulf Hermjakob. Parsing and Question Classification for Question answering. In *Proceedings of the Workshop on Open-Domain Question Answering*, Association for Computational Linguistics (ACL), Toulouse, France, 2001.
- [47] Laurence R. Horn. *A Natural History of Negation*. The David Hume Series: Philosophy and Cognitive Science Reissues. CSLI Publications, 2001.
- [48] George Hripcsak, Carol Friedman, Philip O. Alderson, William DuMouchel, Stephen B. Johnson, and Paul D. Clayton. Unlocking Clinical Data from Narrative Reports: A Study of Natural Language Processing. *Annals of Internal Medicine*, 122:681–688, 1995.
- [49] Yang Huang and Henry J. Lowe. A grammar-based classification of negations in clinical radiology reports. In *Proceedings of the AMIA Annual Symposium*, 2005.
- [50] Yang Huang and Henry J. Lowe. A novel hybrid approach to automated negation detection in clinical radiology reports. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 14(3):304–311, May/June 2007.

- [51] Hans Kamp and Uwe Reyle. *From discourse to logic*. Kluwer, 1993.
- [52] Barbara Kaup, Jana Lüdtke, and Rolf A. Zwaan. Processing negated sentences with contradictory predicates: Is a door that is not open mentally closed? *Journal of Pragmatics*, 38:1033–1050, 2006.
- [53] Jin-Dong Kim, Tomoko Ohta, and Jun’ichi Tsujii. Corpus annotation for mining biomedical events from literature. *BMC Bioinformatics*, 9(10), 2008.
- [54] Jung-Jae Kim and Jong C. Park. Extracting Contrastive Information from Negation Patterns in Biomedical Literature. *ACM Transactions on Asian Language Information Processing (TALIP)*, 5(1):44–60, March 2006.
- [55] Alexandra Klein, Estela Puig-Waldmüller, and Harald Trost. Robust Interpretation of User Requests for Text Retrieval in a Multimodal Environment. In S.-C. Tseng et al., editor, *Proceedings of the International Conference on Computational Linguistics (COLING)*, Taipei, Taiwan, pages 1233–1237, 2002.
- [56] Alexandra Klein, Ingrid Schwank, Michel Génèreux, and Harald Trost. Evaluating Multimodal Input Modes in a Wizard-of-Oz Study for the Domain of Web Search. In Ann Blandford, Jean Vanderdonck, and Phil Gray, editors, *People and Computer XV – Interaction without Frontiers: Joint Proceedings of HCI 2001 and IHM 2001*, pages 475–483. Springer: London, September 2001.
- [57] Alexandra Klein and Harald Trost. Using Corpus-based Methods for Spoken Access to News Texts on the Web. In *Proceedings of the 8th European Conference on Speech Communication and Technology (Eurospeech)*, pages 1037–1040, Geneva, Switzerland, 2003.
- [58] Edward S. Klima. Negation in English. In Jerry A. Fodor and Jerold A. Katz, editors, *The Structure of Language: Readings in the Philosophy of Language*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1964.
- [59] Martin Krallinger. Importance of negations and experimental qualifiers in biomedical literature. In *Proceedings of the Workshop on Negation and Speculation in Natural Language Processing*, pages 46–49, Uppsala, Sweden, July 2010. University of Antwerp.
- [60] Sandra Kübler, Erhard Hinrichs, Wolfgang Maier, and Eva Klett. Parsing coordinations. In *Proceedings of EACL 2009*, Athens, Greece, 2009.
- [61] Gondy Leroy, Hsinchun Chen, and Jesse D. Martinez. A shallow parser based on closed-class words to capture relations in biomedical text. *Journal of Biomedical Informatics*, 36:145–158, June 2003.
- [62] Maria Liakata. Zones of conceptualisation in scientific papers: a window to negative and speculative statements. In *Proceedings of the Workshop on Negation and Speculation in Natural Language Processing*, pages 1–4, Uppsala, Sweden, July 2010. University of Antwerp.

- [63] Timm Lichte and Laura Kallmeyer. Licensing German Negative Polarity Items in LTAG. In *Proceedings of 8th International Workshop on Tree Adjoining Grammars and Related Formalisms*, pages 81–90, Sydney, July 2006.
- [64] Timm Lichte and Jan-Philipp Soehn. The Retrieval and Classification of Negative Polarity Items using Statistical Profiles. In *Roots: Linguistics in Search of its Evidential Base*. Mouton de Gruyter, 2007.
- [65] D.A.B. Lindberg, B.L. Humphreys, and A.T. McCray. The Unified Medical language system. In *Methods of Information in Medicine*, volume 32, pages 281–291, August 1993.
- [66] Bing Liu. Sentiment analysis and subjectivity. In *Handbook of Natural Language Processing*, Machine Learning & Pattern Recognition. Chapman & Hall/CRC, 2nd edition, February 2010.
- [67] Kangmiao Liu, Guang Qiu, Can Wang, Jiajun Bu, Feng Zhang, and Chun Chen. Incorporate sentiment analysis in contextual advertising. In *Proceedings of TROA Workshop on Targeting and Ranking of Online Advertising, WWW'08*, Beijing, China, 2008.
- [68] Bernardo Magnini and Elena Cabrio. Contradiction-focused qualitative evaluation of textual entailment. In *Proceedings of the Workshop on Negation and Speculation in Natural Language Processing*, pages 86–94, Uppsala, Sweden, July 2010. University of Antwerp.
- [69] William C. Mann and Sandra Thompson. Rhetorical Structure Theory: Toward a functional theory of text organisation. *Text*, 8(3):243–281, 1988.
- [70] Daniel Marcu. A decision-based approach to rhetorical parsing. In *The 37th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL'99)*, pages 365–372, Maryland, June 1999.
- [71] Mitchell Marcus, Grace Kim, Mary Ann Marcinkiewicz, Robert Macintyre, Ann Bies, Mark Ferguson, Karen Katz, and Britta Schasberger. The Penn Treebank: Annotating Predicate Argument Structure. In *Proceedings of the ARPA Human Language Technology Workshop*, pages 114–119, 1994.
- [72] April R. McQuire and Caroline M. Eastman. The ambiguity of negation in natural language queries to information retrieval systems. *Journal of the American Society for Information Science*, 49(8):686–692, June 1998.
- [73] Gilad Mishne and Natalie Glance. Predicting movie sales from blogger sentiment. In *AAAI Symposium on Computational Approaches to Analysing Weblogs (AAAI-CAAW)*, pages 155–158, 2006.
- [74] Roser Morante. Descriptive analysis of negation cues in biomedical texts. In Nicoletta Calzolari (Conference Chair), Khalid Choukri, Bente Maegaard, Joseph Mariani, Jan Odi-  
jk, Stelios Piperidis, Mike Rosner, and Daniel Tapias, editors, *Proceedings of the Seventh*

- conference on International Language Resources and Evaluation (LREC'10)*, Valletta, Malta, may 2010. European Language Resources Association (ELRA).
- [75] Roser Morante and Walter Daelemans. A metalearning approach to processing the scope of negation. In *Proceedings of the Thirteenth Conference on Computational Natural Language Learning (CoNLL)*, pages 21–29, Boulder, Colorado, June 2009.
- [76] Roser Morante and Walter Daelemans. ConanDoyle-neg: Annotation of negation in conan doyle ststories. In *Proceedings of the 8th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'12)*, 2012.
- [77] Roser Morante, Sarah Schrauwen, and Walter Daelemans. Annotation of negation cues and their scope: Guidelines v1.0. Technical report, CLiPS - University of Antwerp, May 2011.
- [78] Roser Morante and Caroline Sporleder. Modality and Negation: An Introduction to the Special Issue. *Computational Linguistics*, 38(2):223–260, June 2012.
- [79] PG Mutalik, A Deshpande, and PM Nadkarni. Use of general-purpose negation detection to augment concept indexing of medical documents: a quantitative study using the umls. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 8(6):598–609, Nov-Dec 2001.
- [80] Jin-Cheon Na, Haiyang Sui, Christopher Khoo, Sying Chan, and Yunyun Zhou. Effectiveness of Simple Linguistic Processing in Automatic Sentiment Classification of Product Reviews. In *Conference of the International Society for Knowledge Organisation (ISKO)*, pages 49–54, 2004.
- [81] Prakash Nadkarni, Roland Chen, and Cynthia Brandt. UMLS Concept Indexing for Production Databases: A Feasibility Study. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 8(1):80–91, Jan-Feb 2001.
- [82] Raheel Nawaz, Paul Thompson, and Sophia Ananiadou. Evaluating a meta-knowledge annotation scheme for bio-events. In *Proceedings of the Workshop on Negation and Speculation in Natural Language Processing*, pages 69–77, Uppsala, Sweden, July 2010. University of Antwerp.
- [83] Alfred Nozsicska. *Die Grammatik der Negation: Am Beispiel des Deutschen und Russischen*, volume 506 of *Philosophisch-Historische Klasse, Sitzungsberichte*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 1988.
- [84] Bo Pang and Lillian Lee. Seeing stars: Exploiting class relationships for sentiment categorization with respect to rating scales. In *Proceedings of ACL*, pages 115–124, 2005.
- [85] Bo Pang and Lillian Lee. Opinion mining and sentiment analysis. *Foundations and Trends in Information Retrieval*, 2(1–2):1–135, 2008.
- [86] Bo Pang, Lillian Lee, and Shivakumar Vaithyanathan. Thumbs up? sentiment classification using machine learning techniques. In *Proceedings of EMNLP*, 2002.

- [87] Alla Paslawska. Negation in natürlichen Sprachen: Deutsch-Ukrainisch kontrastiv. In *Deutsche Grammatik im europäischen Dialog.*, Krakau, 2006.
- [88] Stefan Petrik, Christina Drexel, Leo Fessler, Jeremy Jancsary, Alexandra Klein, Gernot Kubin, Johannes Matiasek, Franz Pernkopf, and Harald Trost. Semantic and phonetic automatic reconstruction of medical dictations. *Computer Speech and Language*, 25(2):363–385, 2011.
- [89] Peter v. Polenz. *Deutsche Satzsemantik: Grundbegriffe des Zwischen-den-Zeilen-Lesens.* Sammlung Göschen; 2226. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 2 edition, 1988.
- [90] Randolph Quirk, Sidney Greenbaum, Geoffrey Leech, and Jan Svartvik. *A Comprehensive Grammar of the English Language.* Longman, New York, 1985.
- [91] Farzaneh Sarafranz and Goran Nenadic. Using svms with the command relation features to identify negated events in biomedical literature. In *Proceedings of the Workshop on Negation and Speculation in Natural Language Processing*, pages 78–85, Uppsala, Sweden, July 2010. University of Antwerp.
- [92] Holger Schauer. From Elementary Discourse Units to Complex Ones. In *Proceedings of the 1st SIGdial workshop on Discourse and Dialogue*, volume 10, pages 46–55, Hong Kong, 2000.
- [93] Helmut Schmid. Probabilistic part-of-speech tagging using decision trees. In *Proceedings of the International Conference on New Methods in Language Processing*, September 1994.
- [94] Helmut Schmid. Improvements in part-of-speech tagging with an application to german. In *Proceedings of the ACL SIGDAT-Workshop*, March 1995.
- [95] Stephanie Schreitter, Alexandra Klein, Johannes Matiasek, and Harald Trost. Using domain knowledge about medications to correct recognition errors in medical report creation. In *Second Louhi Workshop on Text and Data Mining of Health Documents held at NAACL-HLT-2010*, Los Angeles, USA, June, 22-28 2010.
- [96] Wojciech Skut, Brigitte Krenn, Thorsten Brants, and Hans Uszkoreit. An annotation scheme for free word order languages. In *Proceedings of the Fifth Conference on Applied Natural Language Processing ANLP-97*, Washington, DC, 1997.
- [97] Jan-Philipp Soehn, Mingya Liu, Beata Trawinski, and Gianina Iordachioaia. Positive und negative Polaritätselemente als lexikalische Einheiten mit Distributionsidiosynkrasien. In *Proceedings of the Europhras*, 2008.
- [98] Caroline Sporleder and Alex Lascarides. Exploiting Linguistic Cues to Classify Rhetorical Relations. In *Proceedings of RANLP-05*, pages 532–539, Borovets, Bulgaria, 2005.

- [99] Caroline Sporleder and Alex Lascarides. Using Automatically Labelled Examples to Classify Rhetorical Relations: An Assessment. *Natural Language Engineering*, 14(3):369–416, 2008.
- [100] Manfred Stede. Surfaces and depths in text understanding: the case of newspaper commentary. In *Proc. of the HLT/NAACL Workshop on Text Meaning*, Edmonton/AL, 2003.
- [101] Anita Steube and Stefan Sudhoff. Negation und Fokuspartikeln in der Informationsstruktur der deutschen Standardsprache der Gegenwart. In Sandra Döring and Jochen Geilfuß-Wolfgang, editors, *Von der Pragmatik zur Grammatik*, pages 87–108. Leipziger Universitätsverlag, 2007.
- [102] Mihai Surdeanu, Sanda Harabagiu, John Williams, and Paul Aarseth. Using Predicate-Argument Structures for Information Extraction. In *Proceedings of ACL*, pages 8–15, 2003.
- [103] Junichi Tatmura. Virtual reviewers for collaborative exploration of movie reviews. In *Proceedings of Intelligent User Interfaces (IUI)*, pages 272–275, 2000.
- [104] Loren Terveen, Will Hill, Brian Amento, David McDonald, and Josh Creter. PHOAKS: A system for sharing recommendations. *Communications of the Association for Computing Machinery (CACM)*, 40:59–62, March 1997.
- [105] Hermann Tolentino, Michael Matter, Wikke Walop, Barbara Law, Wesley Tong, Fang Liu, Paul Fontelo, Katrin Kohl, and Daniel Payne. Concept Negation in Free Text Components of Vaccine Safety Reports. In *Proceedings of the American Medical Informatics Association 2006 Symposium*, 2006.
- [106] Cigdem Toprak, Niklas Jakob, and Iryna Gurevych. Sentence and Expression Level Annotation of Opinions in User-Generated Discourse. In *Proceedings of the 48th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pages 575–584, 2010.
- [107] Gunnel Tottie. *Negation in English Speech and Writing: A Study in Variation*. Academic Press, San Diego, 1991.
- [108] Erik Velldal, Lilja Øvrelid, Jonathon Read, and Stephan Oepen. Speculation and Negation: Rules, Rankers, and the Role of Syntax. *Computational Linguistics*, 38(2):369–410, 2012.
- [109] Veronika Vincze. Speculation and negation annotation in natural language texts: what the case of BioScope might (not) reveal. In *Proceedings of the Workshop on Negation and Speculation in Natural Language Processing*, pages 28–31, Uppsala, Sweden, July 2010. University of Antwerp.
- [110] Veronika Vincze, György Szarvas, Richàrd Farkas, György Mòra, and Jànos Csirik. The bioscope corpus: annotation for negation, uncertainty and their scope in biomedical texts. *BMC Bioinformatics*, 9(Suppl 11):S9, 2008.

- [111] E.M. Vorhees and Lori P. Buckland, editors. *Special Publication 500-278: The Eighteenth TextREtrieval Conference Proceedings (TREC 2009)*. NIST, Gaithersburg, Maryland, November 17-20 2009.
- [112] Janyce Wiebe, Theresa Wilson, and Claire Cardie. Annotating Expressions of Opinions and Emotions in Language. *Language Resources and Evaluation (formerly Computers and the Humanities)*, 39(2-3):165–210, 2005.
- [113] Michael Wiegand, Alexandra Balahur, Benjamin Roth, Dietrich Klakow, and Andrés Montoyo. A survey on the role of negation in sentiment analysis. In *Proceedings of the Workshop on Negation and Speculation in Natural Language Processing*, pages 60–68, Uppsala, Sweden, July 2010. University of Antwerp.
- [114] Theresa Wilson, Janyce Wiebe, and Paul Hoffmann. Recognizing Contextual Polarity in Phrase-level Sentiment Analysis. In *Proceedings of the Human Language Technology Conference and the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (HLT/EMNLP)*, pages 347–354, 2005.
- [115] Taras Zagibalov and John Carroll. Automatic Seed Word Selection for Unsupervised Sentiment Classification of Chinese Text. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Computational Linguistics (COLING'08)*, 2008.
- [116] Lei Zhang and Bing Liu. Extracting and ranking product features in opinion documents. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Computational Linguistics (COLING-2010)*, Beijing, China, August 23-27 2010.
- [117] Yi Zhang, Arun C. Surendran, John C. Platt, and Mukund Narasimhan. Learning from multi-topic web documents for contextual advertisement. In *Proceedings of the 14th International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 2007.
- [118] Gisela Zifonun, Ludger Hoffmann, and Bruno Strecker. *Grammatik der deutschen Sprache*. Schriften des Instituts für deutsche Sprache. deGruyter, Berlin, 1997.