



Die Verdichtung textuellen Wissens zu Information

Vom Wandel methodischer Paradigmen beim automatischen Abstracting

Udo Hahn

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Linguistische Informatik
Werthmannplatz 1
D-79085 Freiburg im Breisgau
hahn@coling.uni-freiburg.de

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Computerlinguistik
Fürstengraben 30
D-07743 Jena
Udo.Hahn@uni-jena.de

Zusammenfassung

Die automatische Zusammenfassung von informativen Sachtexten war ein zentrales Forschungsthema der Konstanzer Informationswissenschaft. Es wird ein Überblick über den informationswissenschaftlichen Kontext zur Behandlung dieser Fragestellung, die dabei erzielten methodischen Ergebnisse und der darauf beruhenden Textkondensierungsmaschine TOPIC gegeben. Anhand aktueller Tendenzen im Bereich der automatischen Textzusammenfassung – der Renaissance des *Abstracting als Extracting* – wird die Ausprägung veränderter Forschungsstandards im Gebiet der Sprachtechnologie und ihr Bezug zur Informationswissenschaft diskutiert.

Abstract

The automatic summarization of documents (technical magazine articles) has been a central research theme in the information science division at Constance University. We give an overview of the context in which this topic was dealt with, the major methodological results that were achieved, and the text condensation system TOPIC that was built on these principles. We then survey current trends in the field of automatic text summarization which reveal the renaissance of the 'abstracting-as-extracting' approach. We relate this observation to the fundamental paradigmatic shift from natural language understanding to human language technology and discuss its implications for information science.



1 Automatisches Abstracting als initiales Forschungsthema der Informationswissenschaft in Konstanz

Unmittelbar nach der Einrichtung des Lehrstuhls für Informationswissenschaft an der Universität Konstanz (1980) wurde im Rahmen der ersten Drittmittelprojekte die automatische Textzusammenfassung (das Abstracting von informativen Sachtexten) [Mani & Maybury, 1999; Hahn & Mani, 2000; Mani, 2001] als ein zentraler Forschungsgegenstand der Konstanzer Informationswissenschaft thematisiert. Vier Rahmenbedingungen prägen diesen Definitionsprozess:

1. Schriftliche Texte wurden im klassischen Information Retrieval unter dem Informationsmodell des Indexing und Retrieval analysiert [Salton & McGill, 1983]. Dabei formuliert der Benutzer eines Dokumenten-Retrieval-Systems sein Suchproblem in Form von Schlagwörtern oder Suchphrasen als Anfrage, und das System erzeugt automatisch eine eventuell nach dem Grad der Übereinstimmung zwischen Suchfrage und dem jeweiligen Dokument geordnete Liste von relevanten Dokumenten als Antwort auf diese Anfrage.

Für die Berechnung der Antwortliste standen grundlegend zwei Formen der Textrepräsentation und Anfrageauswertung zur Verfügung: Einerseits der in kommerziellen Systemen als Standard geltende *Boolesche* Ansatz [Salton & McGill, 1983, Kap. 2], bei dem Suchterme mittels Boolescher Operatoren (AND, OR, NOT) verknüpft sind und entsprechend der Logik der Suchfrage eine direkte Übereinstimmung mit Termen in den Dokumenten berechnet wird. Andererseits der in experimentellen Systemen verbreitete *vektorielle* Ansatz [Salton & McGill, 1983, Kap. 3 und 6], bei dem Dokumente durch einen n -dimensionalen Termvektor (n bezeichnet die Anzahl unterschiedlicher Terme in der gesamten Dokumentenkollektion) dargestellt werden und jeder Dokumentvektor mit dem ebenfalls n -dimensionalen Anfragevektor unter Verwendung von statistischen Ähnlichkeitsmaßen abgeglichen wird.

Dieser dokumentenzentrierten Sicht sollte ein Informationsmodell gegenüber gestellt werden, in dessen Mittelpunkt die wesentlichen inhaltlichen Aussagen eines Dokuments und deren situationsbezogene, also variable Verdichtung stehen sollten. Das eröffnete die Suche nach

einer entsprechend ausdrucksstarken wie flexiblen Form der Repräsentation von Textinhalten.

2. Die Siebziger und Achtziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts waren geprägt von der mit viel Euphorie verbundenen Etablierung der *Künstlichen Intelligenz* (KI) als Teilgebiet der Informatik [Russell & Norvig, 1995]. Innerhalb des von neuen Wissensrepräsentationsformalisten, Schlussfolgerungskonzepten und Problemlösungsmodellen geprägten KI-Paradigmas erlebte auch die automatische Verarbeitung natürlicher Sprache einen gewaltigen Innovationsschub [Weisedel, 1986; Allen, 1987].

Zur KI-Perspektive auf die Sprachverarbeitung gehörte, dass neben den klassischen linguistischen Betrachtungsebenen der Morphologie, Lexikologie und der Syntax nun einerseits die Rolle des Domänenwissens und darin eingebetteter *Inferenzen* in den Mittelpunkt der Betrachtung rückte, andererseits großes Augenmerk auf pragmatische Aspekte sprachlicher Äußerungen gelegt wurde. Sprachanalyse, zu jener Zeit fast ein Synonym für Parsing (die syntaktische Strukturanalyse eines Satzes), entwickelte sich zum inhaltlich ausgerichteten *Sprachverstehen* in konkreten Handlungskontexten. Der Verstehensgrad konnte dabei an funktionalen Leistungen der natürlichsprachlichen Systeme gezeigt werden. Im Rahmen von Textverstehenssystemen [Schank & Riesbeck, 1981] zählte zu diesen Nachweisformen neben der Fähigkeit zur direkten bzw. inferenziell gestützten Fragebeantwortung und der Paraphrase auch die *Zusammenfassung* von Textinhalten.

3. Mit dem Methodenarsenal der KI war ein geeignetes technisches Fundament verfügbar, Konzepte der schlussfolgerungsintensiven Wissensverarbeitung in einer neuen Generation sog. „*intelligenter Informationssysteme*“ zu realisieren. Anders als ihre klassischen Vorgänger (Datenbanken etwa), die nur explizit kodierte Wissen abrufen können, ist das Ziel intelligenter Informationssysteme, neben explizitem auch *implizites* Wissen qua Inferenzbildung (*automatisches Schlussfolgern*) erschließen zu können [Hahn, 1985]. Am Beispiel der Kondensierung textuell kodierten Wissens sollten die für Textverstehen und Inhaltsverdichtung typischen Inferenzprozesse mit der Funktionalität eines solchen innovativen Informationssystems verbunden werden.

4. Die Konstanzer Konzeption zur Textzusammenfassung war von Beginn an in den Bezugsrahmen *organisationaler Informationserarbeitung* [Kuhlen 1984] eingebunden. Es sollte kein isoliertes Sprachverstehenssystem entwickelt werden, sondern eines, das als *eine* informationstechnikgestützte Komponente des Informationsmanagements neben anderen die Rationalität organisationalen Handelns befördern sollte.

Aus der Summe all dieser Prämissen ergab sich unmittelbar, dass das zu entwickelnde Textzusammenfassungssystem ein hohes Maß an *Flexibilität* bei der inhaltlichen Komprimierung gewährleisten sollte. Damit war gemeint, dass systemseitig keine *a priori* Festlegungen bezüglich der Länge oder inhaltlichen Spezifität des Abstracts getroffen werden sollten. Vielmehr strebten wir eine freie Wahl der Komprimierungsdichte des Kondensats zur „Anfrage“-Zeit an.

Diesen Anspruch auf besondere Flexibilität sollte eine für unterschiedliche Benutzertypen einsichtig bedienbare graphische Ein- und Ausgabeschnittstelle durch software-ergonomisch plausible Interaktionsformen und Orientierungshilfen gezielt unterstützen. Eine Textzusammenfassung war also nicht als fixe schriftliche Kurzform einer schriftlichen Langform, sondern als graphisches Objekt konzipiert, auf dessen Grundlage sich Benutzer ihr individuelles, situativ angemessenes Kondensat dynamisch in Textgraphen navigierend konstruierten.

Ein willkommener Seiteneffekt dieser Sicht war, dass *kondensiertes* Wissen als Einstiegspunkt für den Zugriff auf spezielles *faktoides* Wissen dienen konnte (also das Textzusammenfassungskonzept mit dem des Fakten-Retrievals kombinierte). Als Strategie zur Sicherung der informationellen Integrität angesichts des nur partiellen Verstehens authentischer Texte erlaubte dieser Ansatz auch den Zugriff auf relevante Originaltextfragmente (und verband so das Textzusammenfassungskonzept mit einem fast schon wieder konventionellen Dokumenten-Retrieval-Konzept, dem *passage retrieval* [O'Connor, 1975]).

2 Das Textkondensierungssystem TOPIC

Zwischen 1981 und 1987 entstand am Konstanzer Lehrstuhl für Informationswissenschaft entlang dieser Entwurfsvorgaben TOPIC (**T**ext-**O**riented **P**rocedures for **I**nformation management and **C**ondensation of expository texts), das bis zum heutigen Tag einzige vollständig

implementierte Abstracting-System für deutschsprachige Sachtexte (Produktankündigungen und Testberichte aus der Informationstechnologie) [Hahn & Reimer, 1986; Hahn et al., 1990]. Seine wesentlichen methodischen Innovationen lassen sich kurz so beschreiben:

1. Als wissensbasiertes Textverstehenssystem verfügte TOPIC über eine Domänenwissensbasis, die auf methodischen Konzepten semantischer Netze und Frames aufgebaut war. Vielen der damals gebräuchlichen frame- und netzbasierten Wissensrepräsentationssprachen mangelte es aber an einer präzisen semantischen Sprachspezifikation, sodass die Validität und Integrität der Schlussfolgerungen nicht formal zu kontrollieren bzw. zu garantieren waren. Dieser Umstand war für einfach strukturierte und sachlich eng begrenzte „Miniwelten“, für die die meisten der damaligen Systeme konzipiert wurden, nicht weiter problematisch, wohl aber für ein System wie TOPIC, das in eine komplexe Realwelt (Informationstechnik) eingebettet war und dessen Anwendungsperspektive auf die Erstellung „großer“ Wissensbasen zielte. Der zentrale Beitrag zur Methodik intelligenter Informationssysteme bestand in der Spezifikation einer formalen Semantik der eigens entwickelten Frame-Repräsentationssprache FRM (**F**rame **R**epresentation **M**odel) [Reimer & Hahn, 1985; Reimer, 1989]. FRM war damit ein Vorläufer einer ganzen Klasse formal sorgfältig konstruierter terminologischer Wissensrepräsentationssprachen, den sog. Beschreibungslogiken [Baader et al., 2003].
2. Im Kernbereich der automatischen Sprachanalyse musste das TOPIC-System zwei bis dahin wenig beachteten Herausforderungen gerecht werden. Einerseits der Tatsache, dass die Analyse authentischer, d.h. fremdproduzierter Texte mit großer Robustheit gegenüber der Unterspezifikation der zentralen linguistischen Wissensquellen (Grammatik und Lexikon) und somit im Allgemeinen nur partiell durchzuführen war (bis zum heutigen Tag kann kein automatisches Sprachverarbeitungssystem authentische Sprache auch nur annähernd vollständig verstehen – wie immer dieses schillernde Kriterium auch definiert sein mag). Andererseits galt es, satzübergreifende Phänomene der Textbildung angemessen zu rekonstruieren – von der lokalen, mikrostrukturellen Textkohäsion (verschiedene Formen von Anaphern) [Hahn, 1989] bis zur globalen, makrostrukturellen Textkohärenz (Kohärenzrelationen, Textsuperstrukturen) [Hahn, 1990b]. Die Notwendigkeit der Analyse dieser verschiedenen Formen von Textstrukturen ergab sich daraus, dass im Fall ihrer Missachtung

invalide, unvollständige und intern stark fragmentierte Textwissensbasen entstehen würden [Hahn et al., 1999].

Das hierzu weiterentwickelte Konzept der *Wortexperten* [Hahn, 1990a] nahm mit der strikten *Lexikalisierung* grammatischen Wissens eine Entwicklung voraus, die später zu einem grundlegenden Theorietrend in der Computerlinguistik in Gestalt lexikalisierte statt regelbasierter Grammatikmodelle (wie HPSG [Pollard & Sag, 1994] oder TAG [Abeillé & Rambow, 2000]) wurde. Wortexperten als auf Sprachverarbeitung spezialisierte Software-Agenten erlaubten zudem eine einheitliche Beschreibung von Regularitäten auf der Wort-, der Satz- und der Textebene. Das primär syntaktische, satzzentrierte Parsing wurde zum konzeptuell ausgerichteten *Text-Parsing* ausgeweitet. Dagegen konnte sich die strikte *Objektorientierung* der Wortexperten als Spezifikations- wie als Implementationsansatz im lange gültigen computerlinguistischen Mainstream – dem ausschließlich deklarativen Ansatz der unifiktionsbasierten Grammatiken [Shieber, 1986] und dem korrespondierenden Paradigma der logischen Programmierung mit PROLOG [Pereira & Shieber, 1987] – wohl wegen der methodischen Gleichbehandlung deklarativen *und* prozeduralen Wissens nicht in gleicher Weise durchsetzen. Da die Ära programmiersprachlicher Glaubenskriege (LISP vs. PROLOG) aber mittlerweile überwunden ist, scheint die zunehmende Akzeptanz von JAVA als computerlinguistische Implementationsplattform auch diese Blockade aufzulösen.

3. Die vom Textverstehens Kern (Parser und Domänenwissensbasis) von TOPIC aufgebauten Frame-Wissensstrukturen zur Repräsentation der jeweiligen Textinhalte wurden anschließend der Textkondensierungskomponente in Form von Textwissensbasen übergeben. Deren inhaltliche Verdichtung oblag beschreibungslogisch präzise beschriebenen Kondensierungsoperatoren [Hahn & Reimer, 1999], die dezidiert die komplexe Wissensstrukturierung in Form von Frames, taxonomische Hierarchien in semantischen Netzen, aber auch quantitative Aspekte der Referenzierungshäufigkeit, d.h. den Aktivierungsstatus von Konzepten und Konzept-Clustern als Relevanzindikatoren für die inhaltliche Komprimierung ausnutzten. Mit Textgraphen [Hahn & Reimer, 1986; 1999] wurde ferner eine hypertext-verwandte Datenstruktur [Kuhlen, 1991] eigens für Textkondensate entwickelt, die mit ihrer taxonomischen Ordnung das

Rückgrat für die graduelle inhaltliche Verfeinerung/ Vergrößerung von Textzusammenfassungen zur Anfragezeit bildete.

4. Das interaktiv-graphische TOPographIC-System [Kuhlen et al., 1989] erlaubte nun den Zugriff auf und die Navigation in Textgraphen. Mit Browse- und Zoom-Operatoren sowie diversen Tracing-Funktionen sollte die Komplexität großer Konzeptgraphen beherrscht werden, um dem bekannten Phänomen des 'lost in hyperspace' [Edwards & Hardman, 1989] zu entgehen. Die Suche startete in einer vom Benutzer ausgewählten Parzelle im Domänenwissen und ging dann fließend über in die vom Benutzerinteresse angesteuerten Sektionen relevanter Textgraphen. Der interaktive Ansatz zielte bewusst auf den Handlungskontext, in dem textuelles Wissen vom Benutzer eines intelligenten Informationssystems zu Information gewandelt wurde.

TOPIC war von der Anforderungsanalyse über Design-Entscheidungen bis hin zur Implementierung ein primär durch seine Funktionalität geprägtes Sprachverstehenssystem. In diesem Sinne gab es große Übereinstimmung mit den Ansprüchen der später aufblühenden Sprachtechnologie (zum Selbstverständnis, vgl. Hahn [1992]). Retrospektiv betrachtet, besaß TOPIC aber gerade unter der sprachtechnologischen Perspektive natürlich auch gravierende Schwächen:

1. Wie alle wissensbasierten Systeme litt TOPIC an der beschränkten Abdeckung im Bereich des sprachlichen und domänenspezifischen Hintergrundwissens. Beide Wissensquellen wurden ausschließlich manuell erstellt bzw. gepflegt und erreichten die dabei üblichen quantitativen Größenordnungen (die IT-Domänenwissensbasis enthielt in ihrer Endausbaustufe ca. 3000 Konzepte und Relationen). Erst nach dem Ende der eigentlichen Projektphase sind als Konsequenz aus diesem strukturellen Defizit Lernverfahren für konzeptuelles und grammatisches Wissen in Nachfolger-Systeme integriert worden [Reimer & Pohl, 1991; Hahn & Markó, 2002].
2. Weder der natürlichsprachliche Textverstehens Kern im engeren Sinne noch die Ergebnisse des Abstractings, noch die Benutzerfreundlichkeit und Problemlösungsadäquatheit der graphischen Interaktionsschnittstelle sind jenseits von informellen Plausibilitätsprüfungen kontrollierten Evaluierungsexperimenten ausgesetzt worden. Auch damit stehen TOPIC und TOPographIC in der

Tradition der Achtziger-Jahre-Systeme, denen die empirische Prüfung ihrer formulierten Ansprüche nahezu vollständig abging.

3 Die Konterrevolution: Abstracting (wieder) als Extracting

Zur Zeit der grundlegenden Entwurfsentscheidungen für TOPIC gab es zwei große, völlig konträre Methodenlinien zur Textzusammenfassung, die auch in konkrete Systementwicklungen eingingen:

1. **Abstracting als Extracting.** Gemeinhin wird Textzusammenfassung als eine kognitiv komplexe, verstehensintensive Transformationsaufgabe von Wissen betrachtet [van Dijk & Kintsch, 1978]. Aus Mangel an informatisch umsetzbaren Verstehenskonzepten entwickelten in den Sechziger Jahren eine Reihe von Forschern [Wyllys, 1967; Edmundson, 1969] eine hochgradig operationale, aber wissensarme Alternative zur verstehensbasierten Textzusammenfassung – die Bestimmung von ‘zusammenfassungsrelevanten‘ Sätzen im Originaldokument und deren Aneinanderreihung zu einem Extract. Bei der Operationalisierung dieses Konzepts spielten Oberflächeneigenschaften von Texten die herausragende Rolle. Extraktionsrelevant waren die ersten k Sätze ($k \approx 1..3$) im ersten und letzten Absatz eines Textes, das kombinierte Auftreten von statistisch relevanten Terms bzw. von indizierten Bonus-Wörtern/Phrasen (wie 'in conclusion', 'wrapping up our discussion' als Einschlusskriterien für Sätze) und Malus-Wörtern/Phrasen in Sätzen (wie 'a detailed look at', 'X has shown that' als Ausschlusskriterien für Sätze).
2. **Wissensbasiertes Abstracting.** Automatisches Textverstehen beruhte im Kontext der Künstlichen Intelligenz ganz wesentlich auf vorstrukturierten, komplexen Wissensstrukturen (semantischen Netzen, Frames, Scripts usw.) [Schank & Riesbeck, 1981]. Einem der einflussreichsten Vorschläge, diesen Ansatz auch für die Textzusammenfassung zu erproben, liegt die Idee der sketchy scripts zugrunde. Statt detaillierter, auf Vollständigkeit ausgelegter Domänenbeschreibungen wurden (paradigmatisch im FRUMP-System [DeJong, 1982]) inhaltlich unter Relevanzgesichtspunkten stark ausgedünnte Wissensschemata bereitgestellt und beim Textverstehen instanziiert. Aus heutiger Sicht muten sketchy scripts als

Vorläuferkonstrukte der Informations-Templates an, die als zentrales Wissensrepräsentationskonstrukt für die Informationsextraktion fungieren [Cowie & Wilks, 2000]. Damit wurde zwar ein partielles Textverstehen realisiert, aber dieses war a priori auf ein festgelegtes, durchgängig flaches Niveau eingestellt und schloss damit eine flexible, dynamische Kondensierung von Textinhalten weitgehend aus.

TOPIC ist eindeutig dem letztgenannten Ansatz zuzuordnen und bildete in den Achtziger Jahren zusammen mit anderen wissensbasierten Textzusammenfassungssystemen (zum Beispiel: FRUMP [DeJong, 1982], SUSY [Fum et al., 1985], SCISOR [Rau et al., 1989]) eine Generationenkohorte, die sich lediglich in der Art der Parsing- und Wissensrepräsentationskonzepte voneinander unterschied. Mit dem Ausklang der Achtziger Jahre nahm das Interesse an der Fortentwicklung von Textzusammenfassungssystemen in dem Maße ab wie es Ende der Siebziger für Frage-Antwort-Systeme eintrat.

Es wurde durch die Wiederentdeckung des Problems der Maschinellen Übersetzung ersetzt. In diesem Kontext zeichnete sich – als Reaktion auf die systematischen Schwächen des klassischen KI-Ansatzes (mangelnde Skalierbarkeit der Sprachverstehenssysteme wegen unzureichend erweiterbarer bzw. portierbarer Wissensquellen) – früh der Erfolg eines neuen computerlinguistischen Paradigmas ab, der empirischen Computerlinguistik [Manning & Schütze, 1999]. Es ist geprägt durch stark auf Korpora abgestütztes Arbeiten und deren Auswertung durch oberflächennahe statistische Methoden [Church & Mercer, 1993].

Im Nachhinein überrascht es wenig, dass die Wiederaufnahme des Forschungsthemas der automatischen Textzusammenfassung in den späten Neunziger Jahren einer methodischen Konterrevolution gleichkam. Auslöser dafür mag eine bemerkenswerte Studie von Brandow et al. [1995] gewesen sein. Sie zeigte, dass – für Zeitungstexte zumindest – keine geprüfte Strategie erfolgreicher war als die ersten k Sätze eines Dokuments als extraktives Abstract zu nehmen. Dieser Befund wurde dann konsequent von Kupiec et al. [1995] in einer weiteren richtungsweisenden Studie verfeinert. Darin wurde ein Verfahren beschrieben, das die optimale Gewichtung der seit den Sechziger Jahren geläufigen Oberflächenparameter automatisch aus einem Trainingsset aus Volltexten und ihnen zugeordneten Abstracts mit statistischen Techniken lernte. Die Festschreibung des Paradigmas „Abstracting als Extracting“ auf der Basis statistischer Berechnungsverfahren setzte sich fort in ebenfalls vor allem lexikalische Oberflächenindikatoren

berücksichtigenden Arbeiten [Salton et al., 1997; Goldstein et al., 1999; Radev et al., 2000; Knight & Marcu, 2000].

Selbst linguistische Ansätze blieben in der Folgezeit dem Extracting-Paradigma verpflichtet. Ihnen lagen eher wissensarme Konzepte zugrunde, die weit hinter den Anspruch des inferenziell geprägten Textverstehens und dessen methodischer Fundierung in Wissensrepräsentationssprachen zurückfielen. Exemplarisch steht hierfür etwa der Ansatz von Marcu [2000], der die Bestimmung von pragmatisch-funktionalen Kohärenzrelationen, wie sie in der Rhetorical Structure Theory (RST) [Mann & Thompson, 1988] eingeführt wurden, auf die Erkennung von expliziten Signalwörtern für bestimmte Kohärenzrelationen ('there-fore', 'although') reduzierte. Extracts bestanden dann aus den (Teil-)Sätzen, die im Sinne der RST als funktional relevanter Nukleus des Texts erkannt wurden und die funktional irrelevanten Satelliten-Sätze aussparten.

Die Bestimmung lexikalisch kohäsiver, d.h. über semantische Relationen aus dem WordNet [Fellbaum, 1998] verknüpfter Textpassagen brachte Aspekte der lexikalischen Semantik in die Berechnung zu extrahierender Textteile ein [Barzilay & Elhadad, 1999]. Noch am nächsten an wissensbasierte Konzepte angelehnt ist das Konstrukt der topic signatures von Hovy & Lin [1999], die Aktivierungsverhältnisse in taxonomischen Subhierarchien (verwandt einigen von TOPICs Kondensierungsoperatoren) zur Bestimmung zusammenfassungsverwandter Konzepte in Texten berechnen. Da im empirischen Ansatz der modernen Computerlinguistik kein Platz für inferenziell nutzbares Domänenwissen ist, stehen aktuelle Arbeiten zur automatischen Textzusammenfassung mit einer dezidierten Wissensbasierung aus. Diese Situation wird sich wohl erst dann ändern, wenn automatisierte Wissensakquisitionssysteme zum Einsatz kommen, die in der Lage sind, signifikante Teile von Domänen zu repräsentieren (ein Beispiel für den semi-automatischen Aufbau einer 240.000 Konzepte und Relationen abdeckenden beschreibungslogischen Wissensbasis geben Hahn & Schulz [2003] für die gesamte medizinische Anatomie und Pathologie).

4 Vom Sprachverstehen zur Sprachtechnologie

In der Computerlinguistik hat sich im vergangenen Jahrzehnt ein gravierender Wandel der Forschungsstandards vollzogen – weg vom subtilen, hochdifferenzierten Sprachverstehen, hin zur von Ingenieurimpetus getragenen flachen und doch funktional ergiebigen Analyse großer Textmengen. Aus Gründen der Arbeitsökonomie werden möglichst viele

schon verfügbare Ressourcen eingebunden, datentechnisch über Sprachkorpora, verfahrenstechnisch über die Wiederverwendung von Standardprogrammen aus computerlinguistischen Software-Bibliotheken, um grundlegende computerlinguistische Dienste (wie morphologische Analyse oder Parsing) abzurechnen. Methodisch stehen Verfahren des statistisch basierten Lernens von sprachlichem (syntaktischem und semantischem) Wissen im Mittelpunkt der Bemühungen, um die Robustheit und Abdeckung natürlichsprachlicher Systeme zu maximieren. Und schließlich treibt das wettbewerbsorientierte Testen der Leistungsfähigkeit natürlichsprachlicher Systeme eine Objektivierung des Erkenntnisfortschrittes in der Computerlinguistik voran.

4.1 Computerlinguistische Ressourcen: Korpora und Standard-Software

Die empirische Computerlinguistik hat damit die Konsequenz aus den Mängeln gezogen, die auch für TOPIC symptomatisch waren: systematische Wissensdefizite durch ausschließlich manuelles Knowledge Engineering aller relevanten Wissensquellen und fehlende empirische Evidenzen für die behauptete Leistungsfähigkeit eines Systems. Ausgangspunkt dieses Paradigmenwandels war die zunehmende Verfügbarkeit von großen Korpora aller Art [Church & Mercer, 1993; Abeillé, 2003]. Zum einen solchen, die nur aus sprachlichen Rohdaten bestehen, etwa transkribierte Dialogsequenzen, aber auch ganze Jahrgänge von Zeitungstexten. Zum anderen bilden diese Rohkorpora die Grundlage für Annotationen im Sinne linguistisch motivierter Metadaten. Stilbildend war dabei die Penn TreeBank [Marcus et al., 1993], in der ganze Jahrgänge des Wall Street Journal einerseits wortweise mit Wortartkategorien (Tagging), andererseits mit syntaktischen Phrasenstrukturen (Parse-Bäumen) manuell annotiert wurden (für das Deutsche existiert mittlerweile mit NEGRA [Brants et al., 2003] ein – wenn auch mengenmäßig nicht vergleichbares – Pendant). Neben diesen syntaktischen Annotationen beginnt sich die Aufmerksamkeit der Forscher zusehends auch auf semantische Annotationen im Sinne propositionaler Prädikat-Argument-Strukturen (wie in der PropBank [Kingsbury et al., 2002]) zu verschieben.

Mit der Verfügbarkeit annotierter Korpora können nun automatische Lernverfahren [Mitchell, 1997] auf diesen Metadaten operieren. Die gelernten Regularitäten werden dann für die Analyse großer Mengen ungesehener Texte mit beachtlicher Genauigkeit für die Zwecke des Taggings (Wortartzuweisung) [Brill, 1995], Chunkings (Ausgrenzung von Nominal-

oder Präpositionalphrasen) und (partiellen) Parsings [Abney, 1997] eingesetzt. Damit werden wesentliche Forderungen nach Robustheit der computerlinguistischen Analyse und Breitenabdeckung von sprachlichem Wissen eingelöst. Dieser Gewinn geht i.A. auf Kosten einer linguistischen Tiefenanalyse. Die Strukturbeschreibungen bleiben innerhalb bestimmter Fehlermargen oberflächennah und sind damit weit entfernt von der Beschreibungsqualität etablierter (computer)linguistischer Grammatiktheorien (etwa HPSG [Pollard & Sag, 1994], TAG [Abeillé & Rambow, 2000]).

Wurde mit Annotationen und automatischen Lernverfahren auf der syntaktischen Ebene ein Ausweg aus dem notorisch beklagten Wissensakquisitionsflaschenhals gefunden, so geschieht Vergleichbares für die lexikalisch-semantische Ebene bislang noch eher zögerlich. Schließlich wurde mit WordNet [Fellbaum, 1998] auf konventionelle manuelle Weise ein wortsemantischer De-facto-Ressourcen-Standard für das Englische entwickelt. Für eine Reihe anderer Sprachen wurden im Rahmen des EuroWordNet-Programms vergleichbare lexikalische Datenbasen aufgebaut; die deutsche Variante GermaNet [Kunze & Wagner, 2001] ist aber mit z.Zt. ca. 40.000 Einträgen quantitativ dem englischsprachigen Vorbild weit unterlegen. WordNet umfasst Anfang 2004 120.000 Lexikoneinträge, die über diverse semantische Relationen (Synonymien, Taxonomien, Partonomien, Antonymien usw.) verknüpft sind und ähnlich wie ein klassisches Bedeutungslexikon reduzierte Formen von Definitionsprasen (sog. glosses) zu jedem Lexikoneintrag enthalten. Zwar gibt es Versuche, WordNet-Plattformen (semi)automatisch zu erweitern [Hearst, 1998], aber das absolute Gros dieser Aufgabe wurde (und wird weiterhin) im klassischen Sinne manuell erledigt. Mit den Fortschritten zum Semantic Web [Fensel et al., 2002] und der weltweiten kooperativen Entwicklung von Ontologien [Staab & Studer, 2003] für große Teildomänen könnten sich jedoch – ähnlich wie bei WordNet – bald neue De-facto-Standards auch für Ressourcen zur Repräsentation von Domänenwissen durchsetzen, seien sie nun manuell oder semiautomatisch erzeugt.

4.2 Computerlinguistische Leistungswettbewerbe

Als Ausdruck besonderer Reife gelten mittlerweile im gesamten Bereich natürlichsprachlicher Systeme funktional klar definierte Leistungswettbewerbe. Sie sind nach folgendem allgemeinen Muster organisiert: Jeder teilnehmenden Forschungsgruppe werden Trainingsdaten für bestimmte Aufgaben (Textklassifikation und -filtrierung, Informationsextraktion usw.) zugestellt. Für ein Dokumenten-Retrieval-

Problem kann dies zum Beispiel bedeuten, dass eine Dokumentenkollektion, eine Menge von Suchfragen und die für jede Suchfrage relevanten Dokumente aus der Bezugskollektion zur Verfügung gestellt werden. Mit diesen Trainingsdaten kann jede einzelne Forschungsgruppe ihr System den Erfordernissen der jeweiligen Problemstellung anpassen. Danach beginnt die geschlossene Testphase (die Systeme dürfen nicht mehr verändert werden), in der jeder Forschungsgruppe die gleichen Testdaten verfügbar gemacht werden (im Dokumenten-Retrieval-Szenario also etwa neue Suchfragen). Die Testergebnisse werden dem Clearing-House des Wettbewerbs (meist halbstaatliche Institutionen wie das NIST in den USA) von jeder Gruppe in einem engen Zeitkorsett übermittelt. Das Clearing-House übernimmt dann die Auswertung aller Rückläufe und bestimmt Rankings, die den Grad der Funktionserfüllung jedes Teilnahmesystems in Relation zu allen anderen Teilnehmern ausdrücken (im Dokumenten-Retrieval über Recall- und Precision-Messungen). Die „Siegereysteme“ legen dann üblicherweise ihre Methodenansätze und Adaptionstrategien offen. Damit wird die Idee verfolgt, sukzessiven Wissensfortschritt zu rationalisieren.

Neben dem (mehrsprachigen) Dokumenten-Retrieval (TREC [<http://trec.nist.gov>], CLEF [<http://clef.iei.pi.cnr.it:2002/>]), der Informationsextraktion (MUC [http://www.itl.nist.gov/iaui/894.02/related_projects/muc/], KDD Cup [<http://www.biostat.wisc.edu/~craven/kddcup/>], dem Text-Mining (BioCreAtIvE [<http://www.pdg.cnb.uam.es/BioLink>]) sind solche Wettbewerbe auch für den Bereich der Textzusammenfassung (DUC [<http://www-nlpir.nist.gov/projects/duc>]) ausgeführt worden. Die entsprechende Evaluierungsrunde führte dann auch wie bei fast allen anderen getesteten Funktionalitäten zu dem Ergebnis, dass oberflächenorientierte statistische Systeme die erfolgreichsten waren [Mani et al., 2002]. Insgesamt ist bei aller berechtigten Detailkritik an diesen Evaluierungsansätzen doch hervorzuheben, dass damit ein bislang unerreichtes Niveau der Intersubjektivität zur Bewertung komplexer natürlichsprachlicher Systeme etabliert wurde, das den Sprung von der Kunst zur Technologie in diesem Gebiet sinnfällig unterstreicht.

5 Ein informationswissenschaftliches Fazit

Der experimentelle Primat der Systemevaluierung, lange Zeit und isoliert nur für das Information Retrieval stilprägend, hat mittlerweile alle Funktionalitäten natürlichsprachlicher Systemen erfasst. Dies schafft intersubjektiv prüfbare Kriterien, die die Akzeptanz sprachtechnologischer Produkte letztlich nur befördern können. Für Textzusammenfassungssysteme

bedeutet dies, dass sie nur dann als Werkzeug in das Wissensmanagement von Organisationen integriert werden, wenn sie klar benennbare und messbare Vorteile erbringen. Dies spiegelt sich bereits in einigen Experimenten zur extrinsischen Evaluierung wider, bei denen etwa gemessen wird, ob und in welchem Ausmaß das Lesen von Textzusammenfassungen statt der jeweiligen Volltexte die Informationserarbeitung beschleunigt und gleichzeitig qualitativ nicht verschlechtert [Mani et al., 2002].

Angesichts der Tatsache, dass in wissenschaftlich-technischen, administrativen und betrieblichen Organisationen die Flut an Texten weiter steigt, sind automatisierte Formen der Informationsverdichtung eine willkommene Ergänzung im Arsenal der Entscheidungsunterstützungstechnologien. In keinem der bislang betrachteten Evaluierungsszenarien spielt aber die interaktive, dynamische Erarbeitung von Information eine besondere Rolle, statische Problemstellungen beherrschen die Planungsentwürfe. Mit einer die Handlungspragmatik von Textwissen in den Mittelpunkt stellenden Sichtweise ließe sich das Konstanzer Leitmotiv, Information als „Wissen in Aktion“ zu begreifen, auch auf sprachlich kodiertes Wissen anwenden – nicht nur für die Textzusammenfassung, sondern auch für die anderen Funktionalitäten natürlichsprachlicher Informationssysteme.

6 Literaturverzeichnis

- Abeillé, Anne (Ed.) [2003]. *Treebanks: Building and Using Parsed Corpora*. Dordrecht: Kluwer.
- Abeillé, Anne; Rambow, Owen (Eds.) [2000]. *Tree Adjoining Grammars. Formalisms, Linguistic Analysis and Processing*. Stanford, CA: Center for the Study of Language and Information (CSLI Lecture Notes, 107)
- Abney, Steven [1997]. Part-of-speech tagging and partial parsing. Steve Young & Gerrit Bloothoof (Eds.), *Corpus-Based Methods in Language and Speech Processing*. Dordrecht: Kluwer, pp.118-136.
- Allen, James [1987]. *Natural Language Understanding*. Menlo Park: Benjamin Cummings.
- Baader, Franz; Calvanese, Diego; McGuinness, Deborah; Nardi, Daniele; Patel-Schneider, Peter (Eds.) [2003]. *The Description Logic Handbook. Theory, Implementation and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Barzilay, Regina; Elhadad, Michael [1999]. Using lexical chains for text summarizing. In: Inderjeet Mani & Mark T. Maybury (Eds.), *Advances in Automatic Text Summarization*. Cambridge, MA: MIT Press, pp.111-121.
- Brandow, Ronald; Mitze, Karl; Rau, Lisa [1995]. Automatic condensation of electronic publications by sentence selection. *Information Processing & Management*, 31 (5), pp.675-685.

- Brants, Thorsten; Skut, Wojciech; Uszkoreit, Hans [2003]. Syntactic annotation of a German newspaper corpus. In: Anne Abeillé (Ed.), *Treebanks: Building and Using Parsed Corpora*. Dordrecht: Kluwer, pp.73-87.
- Brill, Eric [1995]. Transformation-based error-driven learning and natural language processing: A case study in part-of-speech tagging. *Computational Linguistics*, 21 (4), pp.543-565.
- Church, Kenneth; Mercer, Robert [1993]. Introduction to the special issue on computational linguistics using large corpora. In: *Computational Linguistics*, 19 (1), pp.1-24.
- Cowie, James; Wilks, Yorick [2000]. Information extraction. In: R. Dale, H. Moisl & H. Somers (Eds.) *Handbook of Natural Language Processing*. New York: M Dekker, pp.241-260
- DeJong, Gerald [1982]. An overview of the FRUMP system. In: W. Lehnert & M. Ringle (Eds.), *Strategies for Natural Language Processing*. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum, pp.149-176.
- van Dijk, Teun A.; Kintsch, Walter [1978]. Cognitive psychology and discourse: Recalling and summarizing stories. In: W. Dressler (Ed.), *Current Trends in Textlinguistics*. Berlin, New York: Walter de Gruyter, pp.61-80.
- Edmundson, H. P. [1969]. New methods in automatic extracting. In: *Journal of the Association for Computing Machinery*, 16 (2), pp.264-285.
- Edwards, Deborah M.; Hardman, Lynda [1989]. Lost in hyperspace: Cognitive mapping and navigation in a hypertext environment. In: Ray McAleese (Ed.), *Hypertext: Theory into Practice*. Oxford: Intellect, pp.105-125.
- Fellbaum, Christiane (Eds.) [1998]. *WordNet: An Electronic Lexical Database*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fensel, Dieter; Hendler, James; Lieberman, Henry; Wahlster, Wolfgang (Eds.) [2002]. *Spinning the Semantic Web. Bringing the World Wide Web to Its Full Potential*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fum, Danilo; Guida, Giovanni; Tasso, Carlo [1985]. Evaluating importance: A step towards text summarization. In: *IJCAI '85 – Proceedings of the 9th International Joint Conference on Artificial Intelligence*. Los Angeles, CA, USA, August 18-23, 1985, pp.840-844.
- Goldstein, Jade; Kantrowitz, Mark; Mittal, Vibhu; Carbonell, Jaime [1999]. Summarizing text documents: Sentence selection and evaluation metrics. In: *SIGIR '99 – Proceedings of the 22nd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*. Berkeley, Cal., August 1999, pp.121-128.
- Hahn, Udo [1985]. Expertensysteme als intelligente Informationssysteme: Konzepte für die funktionale Erweiterung des Information Retrieval. In: *Nachrichten für Dokumentation*, 36 (1), pp.2-12.
- Hahn, Udo [1989]. Making understanders out of parsers: Semantically driven parsing as a key concept for realistic text understanding applications. In: *International Journal of Intelligent Systems*, 4 (3), pp.345-393.
- Hahn, Udo [1990a]. *Lexikalisch verteiltes Text-Parsing. Eine objektorientierte Spezifikation eines Wortexpertensystems auf der Grundlage des Aktorenmodells*. Berlin: Springer.

- Hahn, Udo [1990b]. Topic parsing: Accounting for text macro structures in full-text analysis. In: *Information Processing and Management*, 26 (1), pp.135-170.
- Hahn, Udo [1992]. Forschungsstrategien und Erkenntnisinteressen in der anwendungsorientierten automatischen Sprachverarbeitung: Überlegungen zu einer ingenieurorientierten Computerlinguistik. In: R. Kuhlen (Ed.), *Experimentelles und praktisches Information Retrieval*. Festschrift für Gerhard Lustig. Konstanz: Universitätsverlag Konstanz, pp.297-308.
- Hahn, Udo; Hammwöhner, Rainer; Reimer, Ulrich; Thiel, Ulrich [1990]. Inhaltsorientierte Navigation in automatisch generierten Hypertext-Basen. In: P. Gloor, N. Streitz (Eds.), *Hypertext und Hypermedia – Von theoretischen Konzepten zur praktischen Anwendung*. Berlin: Springer, pp.205-219.
- Hahn, Udo; Mani, Inderjeet [2000]. The challenges of automatic summarization. In: *IEEE Computer*, 33 (11), pp.29-36.
- Hahn, Udo; Markó, Kornél G. [2002]. An integrated, dual learner for grammars and ontologies. In: *Data & Knowledge Engineering*, 42 (3), pp.273-291.
- Hahn, Udo; Reimer, Ulrich [1986]. Semantic parsing and summarizing of technical texts in the TOPIC system. In: R. Kuhlen (Ed.), *Informationslinguistik. Theoretische, experimentelle, curriculare und prognostische Aspekte einer informationswissenschaftlichen Teildisziplin*. Tübingen: M. Niemeyer, pp.153-193.
- Hahn, Udo; Reimer, Ulrich [1999]. Knowledge-based text summarization: Saliency and generalization operators for knowledge base abstraction. In: I. Mani & M. Maybury (Eds.), *Advances in Automatic Text Summarization*. Cambridge, CA: MIT Press, pp.215-232.
- Hahn, Udo; Romacker, Martin; Schulz, Stefan [1999]. Discourse structures in medical reports – Watch out! The generation of referentially coherent and valid text knowledge bases in the medSynDiKATe system. *International Journal of Medical Informatics*, 53 (1), pp.1-28.
- Hahn, Udo; Schulz, Stefan [2003]. Building a very large ontology from medical thesauri. In: S. Staab & R. Studer (Eds.), *Handbook on Ontologies in Information Systems*. Berlin: Springer, pp.133-150.
- Hearst, Marti [1998]. Automated discovery of WordNet relations. In: C. Fellbaum (Ed.), *WordNet: An Electronic Lexical Database*. Cambridge, CA: MIT Press, pp.131-151.
- Hovy, Eduard; Lin, Chin-Yew [1999]. Automated text summarization in SUMMARIST. In: Inderjeet Mani & Mark T. Maybury (Eds.), *Advances in Automatic Text Summarization*. Cambridge, MA: MIT Press, pp.81-94
- Kingsbury, Paul; Palmer, Martha; Marcus, Mitch [2002]. Adding predicate argument structure to the Penn TreeBank. In: *HLT 2002 – Proceedings of the 2nd International Conference on Human Language Technology Research*. San Diego, CA, March 24-27, 2002, pp.252-256.
- Knight, Kevin; Marcu, Daniel [2000]. Statistics-based summarization. Step 1: Sentence compression. In: *AAAI 2000 – Proceedings of the 17th National Conference of the American Association for Artificial Intelligence*. Austin, Texas, July 30-August 3, 2000, pp.703-710.
- Kuhlen, Rainer [1984]. *Informationserarbeitung in Organisationen. Zur Rekonstruktion der Notwendigkeit eines Informationsmanagements in öffentlichen Verwaltungen und*

- privaten Unternehmungen, In: R. Kuhlen (Ed.), *Koordination von Informationen*. Berlin: Springer, pp.1-25.
- Kuhlen, Rainer [1991]. *Hypertext. Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank*. Berlin: Springer.
- Kuhlen, Rainer; Hammwöhner, Rainer; Sonnenberger, Gabriele; Thiel, Ulrich [1989]. *TWRM-TOPOGRAPHIC. Ein wissensbasiertes System zur situationsgerechten Aufbereitung und Präsentation von Textinformation in graphischen Retrievaldialogen*. In: *Informatik: Forschung und Entwicklung*, 4 (2), pp.89-107.
- Kunze, Claudia; Wagner, Andreas [2001]. *Anwendungsperspektiven des GermaNet, eines lexikalisch-semantischen Netzes für das Deutsche*. In: I. Lemberg, & B. Schröder & A. Storrer (Eds.), *Chancen und Perspektiven computergestützter Lexikographie. Hypertext, Internet und SGML/XML für die Produktion und Publikation digitaler Wörterbücher*. Tübingen: Niemeyer, pp.229-246.
- Kupiec, Julian; Pedersen, Jan; Chen, Francine [1995]. *A trainable document summarizer*. In: *SIGIR '95 – Proceedings of the 18th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*. Seattle, Washington, USA, July 9-13, 1995, pp.68-73.
- Mani, Inderjeet [2001]. *Automatic Summarization*. Amsterdam; Philadelphia, PA: John Benjamins.
- Mani, Inderjeet; Klein, Gary; House, David; Hirschman, Lynette; Firmin, Therese; Sundheim, Beth [2002]. *SUMMAC: A text summarization evaluation*. In: *Natural Language Engineering*, 8 (1), pp.43-68.
- Mani, Inderjeet; Maybury, Mark T. (Eds.) [1999]. *Advances in Automatic Text Summarization*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mann, William C.; Thompson, Sandra A. [1988]. *Rhetorical structure theory: Toward a functional theory of text organization*. In: *Text*, 8 (3), pp.243-281.
- Manning, Christopher D.; Schütze, Hinrich [1999]. *Foundations of Statistical Natural Language Processing*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Marcu, Daniel [2000]. *The Theory and Practice of Discourse Parsing and Summarization*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Marcus, Mitchell P.; Santorini, Beatrice; Marcinkiewicz, Mary Ann [1993]. *Building a large annotated corpus of English: The Penn Treebank*. In: *Computational Linguistics*, 19 (2), pp.313-330.
- Mitchell, Tom [1997]. *Machine Learning*. New York, NY: McGraw Hill.
- O'Connor, John [1975]. *Retrieval of answer-sentences and answer-figures from papers by text searching*. In: *Information Processing and Management*, 11 (5/7), pp.155-164.
- Pereira, Fernando C. N.; Shieber, Stuart M. [1987]. *Prolog and Natural-Language Analysis*. Chicago, IL: University of Chicago Press (CSLI Lecture Notes Series, 10)
- Pollard, Carl; Sag, Ivan A. [1994]. *Head-driven Phrase Structure Grammar*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Radev, Dragomir; Jing, Hongyan; Budzikowska, Malgorzata [2000]. *Centroid-based summarization of multiple documents: Sentence extraction, utility-based evaluation, and user studies*. In: *Proceedings of the ANLP/NAACL 2000 Workshop on Automatic Summarization*. Seattle, WA, April 30, 2000, pp.21-30.

- Rau, Lisa F.; Jacobs, Paul S.; Zernik, Uri [1989]. Information extraction and text summarization using linguistic knowledge acquisition. In: *Information Processing and Management*, 25 (4), pp.419-428.
- Reimer, Ulrich [1989]. FRM – Ein Frame-Repräsentationsmodell und seine formale Semantik. Zur Integration von Datenbank- und Wissensrepräsentationsansätzen. Berlin: Springer.
- Reimer, Ulrich; Hahn, Udo [1985]. On formal semantic properties of a Frame Data Model. In: *Computers and Artificial Intelligence*, 4 (4), pp.335-351.
- Reimer, Ulrich; Pohl, Klaus [1991]. Automatische Wissensakquisition aus Texten: Lernen terminologischen Wissens durch Textverstehen und induktive Konzeptgeneralisierung. In: *KI - Künstliche Intelligenz*, 5 (1), pp.45-51.
- Russell, Stuart J.; Norvig, Peter [1995]. *Artificial Intelligence. A Modern Approach*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Salton, Gerard; McGill, Michael J. [1983]. *Introduction to Modern Information Retrieval*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Salton, Gerard; Singhal, Amit; Mitra, Mandar; Buckley, Chris [1997]. Automatic text structuring and summarization. In: *Information Processing & Management*, 33 (2), pp.193-207.
- Schank, Roger C.; Riesbeck, Christopher K. [1981]. *Inside Computer Understanding: Five Programs plus Miniatures*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Shieber, Stuart M. [1986]. *An Introduction to Unification-based Approaches to Grammar*. Stanford, CA: Stanford University, Center for the Study of Language and Information (CSLI Lecture Notes, 4)
- Staab, Steffen; Studer, Rudi (Eds.) [2003]. *Handbook on Ontologies in Information Systems*. Berlin: Springer.
- Weischedel, Ralph M. [1986]. Knowledge representation and natural language processing. In: *Proceedings of the IEEE*, 74 (7), pp.905-920.
- Wyllys, Ronald E. [1967]. Extracting and abstracting by computer. In: Harold Borko (Ed.): *Automated Language Processing*. New York: John Wiley, pp.127-179.