

Andreas Dengel (Hrsg.)

# Semantische Technologien

Grundlagen – Konzepte – Anwendungen



Spektrum  
MULTIMEDIALE MEDIEN

# Semantische Technologien

Andreas Dengel (Hrsg.)

# **Semantische Technologien**

Grundlagen – Konzepte – Anwendungen

**Herausgeber:**

Prof. Dr. Prof. h. c. Andreas Dengel  
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH  
67663 Kaiserslautern  
E-Mail: andreas.dengel@dfki.de

Weitere Informationen zum Buch finden Sie unter [www.spektrum-verlag.de/978-3-8274-2663-5](http://www.spektrum-verlag.de/978-3-8274-2663-5)

**Wichtiger Hinweis für den Benutzer**

Der Verlag und der Herausgeber haben alle Sorgfalt walten lassen, um vollständige und akkurate Informationen in diesem Buch zu publizieren. Der Verlag übernimmt weder Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für die Nutzung dieser Informationen, für deren Wirtschaftlichkeit oder fehlerfreie Funktion für einen bestimmten Zweck. Der Verlag übernimmt keine Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren, Programme usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag hat sich bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber dennoch der Nachweis der Rechteinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar gezahlt.

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media  
[springer.de](http://springer.de)

© Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2012  
Spektrum Akademischer Verlag ist ein Imprint von Springer

12 13 14 15 16            5 4 3 2 1

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Planung und Lektorat: Dr. Andreas Rüdinger, Sabine Bartels  
Redaktion: Tatjana Strasser  
Satz: Autorensatz  
Herstellung: Crest Premedia Solutions (P) Ltd, Pune, Maharashtra, India  
Umschlaggestaltung: SpieszDesign, Neu-Ulm  
Titelbild: © [M] Felix Jork, Fotolia.com (Grafiken) und SpieszDesign

ISBN 978-3-8274-2663-5

# Vorwort

Dieses Lehrbuch bietet eine umfassende Einführung in Grundlagen, Potenziale und Anwendungen Semantischer Technologien. Es richtet sich an Studierende der Informatik und angrenzender Fächer sowie an Entwickler, die Semantische Technologien am Arbeitsplatz oder in verteilten Applikationen nutzen möchten. Mit seiner an praktischen Beispielen orientierten Darstellung gibt es aber auch Anwendern und Entscheidern in Unternehmen einen breiten Überblick über Nutzen und Möglichkeiten dieser Technologien.

Semantische Technologien versetzen Computer in die Lage, Informationen nicht nur zu speichern und wiederzufinden, sondern sie ihrer Bedeutung entsprechend auszuwerten, zu verbinden, zu Neuem zu verknüpfen und so flexibel und zielgerichtet nützliche Leistungen zu erbringen.

Das vorliegende Buch stellt im ersten Teil die als Semantische Technologien bezeichneten Techniken, Sprachen und Repräsentationsformalismen vor. Diese Elemente erlauben es, das in Informationen enthaltene Wissen formal und damit für den Computer verarbeitbar zu beschreiben, Konzepte und Beziehungen darzustellen und schließlich Inhalte zu erfragen, zu erschließen und in Netzen zugänglich zu machen.

Der zweite Teil beschreibt, wie mit Semantischen Technologien elementare Funktionen und umfassende Dienste der Informations- und Wissensverarbeitung realisiert werden können. Hierzu gehören etwa die Annotation und das Erschließen von Information, die Suche in den resultierenden Strukturen, das Erklären von Bedeutungszusammenhängen sowie die Nutzung semantischer Dienste.

Der dritte Teil beschreibt schließlich vielfältige Anwendungsbeispiele in unterschiedlichen Bereichen. Die dargestellten Systeme reichen von Werkzeugen für persönliches, individuelles Informationsmanagement über Unterstützungsfunktionen für Gruppen bis zu neuen Ansätzen im Internet der Dinge und Dienste. Dies umfassen die instrumentierte Fabrik der Zukunft genauso wie die Integration verschiedener Medien und Anwendungen von Medizin bis Musik.

Das Buch fundiert auf den vielen Erfahrungen aus dem Umfeld Semantischer Technologien, die wir in den letzten Jahren hier am DFKI und gemeinsam mit unseren Partnern gewonnen haben. Es fasst Einblicke, Einschätzungen, Ansätze und Entwicklungen aus unterschiedlichsten Projekten zusammen. In diesem Sinne, möchte ich mich bei allen DFKI-internen wie externen Autoren für die konstruktive Mitwirkung, die werthaltigen Beiträge und die investierte Zeit bedanken. Dem Leser wünsche ich viel Spaß und jede Menge positive Impulse.

*Andreas Dengel*

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	v
<b>I Grundlagen .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>3</b>
1.1 Daten, Information und Wissen .....	4
1.2 Wissen im Alltag: Ein menschliches Beispiel .....	5
1.2.1 Beispielszenario .....	6
1.2.2 Wissensarbeit – Wunsch und Wirklichkeit .....	8
1.3 Semantik und semantische Technologien .....	10
1.4 Metadaten.....	13
1.5 Der weitere Inhalt dieses Buches .....	15
<b>2 Wissensrepräsentation .....</b>	<b>21</b>
2.1 Prinzipien der maschinellen Wissensverarbeitung .....	23
2.2 Fakten und Regeln .....	23
2.2.1 Formalisierung von Aussagen.....	23
2.2.2 Fakten .....	24
2.2.3 Inferenz mit Regeln .....	25
2.2.4 Anfragen .....	26
2.3 Logik und Inferenz .....	27
2.3.1 Logische Operatoren .....	27
2.3.2 Inferenzmechanismen.....	28
2.4 Prädikatenlogik .....	30
2.4.1 Symbolformen.....	31
2.4.2 Quantoren .....	31
2.5 Semantische Netze.....	33
2.5.1 Wissensdarstellung mit Graphen.....	33
2.5.2 Relationen und ihre Eigenschaften .....	35
2.5.3 Eigenschaften Semantischer Netze .....	36
2.5.4 Kardinalität von Relationen.....	38
2.6 Frames .....	39
2.6.1 Der Schemabegriff .....	39
2.6.2 Frames als Denkmodell .....	41
2.6.3 Klassifikation .....	43
2.6.4 Generalisierung und Spezialisierung .....	44
2.6.5 Vererbung .....	45
2.6.6 Instanziierung .....	47
2.7 Taxonomien .....	48
2.7.1 Multi-perspektivische Schemahierarchien .....	49
2.7.2 Probleme bei unterschiedlichen Rollen .....	51
2.8 Conceptual Dependencies.....	52

2.8.1	Handlung und Zustand . . . . .	53
2.8.2	Handlungsoptionen . . . . .	53
2.8.3	Mentale Drehbücher . . . . .	55
2.9	Taxonomien mit formaler Semantik: Die KL-ONE-Familie . . . . .	58
2.9.1	Superkonzepte . . . . .	59
2.9.2	Rollen . . . . .	60
2.9.3	Vererbung und Rollenrestriktionen . . . . .	60
2.9.4	Wohlgeformte Terme und ihre Semantik . . . . .	61
2.9.5	Subsumption und Klassifizierung . . . . .	62
2.10	Ontologien . . . . .	64
2.10.1	Der Ontologiebegriff in der Informatik . . . . .	64
2.10.2	Aufbau von Ontologien . . . . .	66
2.10.3	Nutzen von Ontologien . . . . .	70
2.11	Fazit . . . . .	71
2.12	Weiterführende Literatur . . . . .	72
<b>3</b>	<b>Semantische Netze, Thesauri und Topic Maps</b> . . . . .	<b>73</b>
3.1	Grundlagen . . . . .	74
3.1.1	Struktur Semantischer Netze . . . . .	74
3.1.2	Klassifikation Semantischer Netze . . . . .	75
3.2	Grafische Notationen . . . . .	78
3.2.1	Mind-Maps . . . . .	79
3.2.2	Concept-Maps . . . . .	80
3.2.3	Conceptual Graphs . . . . .	88
3.2.4	Grafische vs. Lineare Notationen . . . . .	90
3.3	Weitere Repräsentationstechnologien . . . . .	91
3.3.1	Thesauri . . . . .	92
3.3.2	Topic Maps . . . . .	94
3.4	Fazit . . . . .	104
3.5	Weiterführende Literatur . . . . .	106
<b>4</b>	<b>Das Resource Description Framework</b> . . . . .	<b>107</b>
4.1	Von der Präsentations- zur Inhaltssicht . . . . .	110
4.1.1	Präsentationsebene: Die Hypertext Markup Language HTML . . . . .	110
4.1.2	Die Strukturierungssprache XML . . . . .	111
4.1.3	Umgang mit Mehrdeutigkeit: Disambiguierung durch Zuweisung von Namensräumen . . . . .	114
4.2	Das RDF-Datenmodell . . . . .	116
4.2.1	Container . . . . .	117
4.2.2	Aussagen über Aussagen: Reifizierung . . . . .	120
4.3	Ontologische Strukturierung von Daten: RDF-Schema . . . . .	122
4.4	(X)HTML-Erweiterung: RDFa . . . . .	124
4.5	Die Web Ontology Language (OWL) . . . . .	125
4.6	Fazit . . . . .	126

4.7	Weiterführende Literatur . . . . .	126
<b>5</b>	<b>Ontologien und Ontologie-Abgleich in verteilten Informationssystemen</b> . . . . .	129
5.1	Motivation: Ontologien in verteilten IT-Systemen . . . . .	130
5.1.1	Explizite Konzeptualisierungen als Basis semantischer IT-Systeme . . . . .	130
5.1.2	Ontologien in verteilten Informationslandschaften . . . . .	133
5.2	Abgleich von Ontologien . . . . .	135
5.2.1	Repräsentation von Abbildungen zwischen Ontologien . . . . .	137
5.2.2	Heuristiken zur automatischen Berechnung von Beziehungen zwischen Ontologien . . . . .	141
5.2.3	Integration von Mapping-Vorschlägen . . . . .	148
5.2.4	Zusammenfassung: Der generelle <i>Matching</i> -Prozess . . . . .	150
5.3	Werkzeuge . . . . .	152
5.3.1	Alignment API . . . . .	152
5.3.2	S-Match . . . . .	154
5.3.3	Die PROMPT-Suite . . . . .	154
5.4	Fazit . . . . .	156
5.5	Weiterführende Literatur . . . . .	157
<b>6</b>	<b>Anfragesprachen und Reasoning</b> . . . . .	159
6.1	Anfragesprachen . . . . .	159
6.1.1	Einfache SPO-Anfragen . . . . .	160
6.1.2	SPARQL . . . . .	160
6.1.3	Anfragesprachen für OWL . . . . .	167
6.2	Reasoning . . . . .	168
6.2.1	Hornlogik und F-Logik . . . . .	168
6.2.2	Reasoning für OWL . . . . .	172
6.3	Fazit . . . . .	174
6.4	Weiterführende Literatur . . . . .	174
<b>II</b>	<b>Fundamentale Dienste und Funktionen</b> . . . . .	179
<b>7</b>	<b>Linked Open Data, Semantic Web Datensätze</b> . . . . .	181
7.1	Linked Open Data - die Grundlagen . . . . .	183
7.2	Veröffentlichen von Linked Open Data . . . . .	184
7.2.1	Wrapping von existierenden Datensätzen . . . . .	185
7.3	Beispiele für LOD-Services . . . . .	188
7.3.1	Dump-Konversion: DBpedia . . . . .	189
7.3.2	Online-Konversion: DBTropes . . . . .	190
7.4	Zugriff auf Linked Data . . . . .	191
7.4.1	REST & HTTP Content Negotiation . . . . .	192
7.4.2	Zugriff durch menschliche Nutzer . . . . .	192
7.4.3	Zugriff in Anwendungen . . . . .	195
7.5	Beispiel . . . . .	199

7.6	Fazit	200
7.7	Weiterführende Literatur	200
<b>8</b>	<b>Semantik in der Informationsextraktion</b>	<b>201</b>
8.1	Informationsextraktion	203
8.2	Generischer Aufbau einer Informationsextraktion	204
8.2.1	Syntaktische Analyse	204
8.2.2	Semantische Analyse	209
8.2.3	Templates	213
8.3	Ontologien in der Informationsextraktion	215
8.3.1	Formale Modellierung von sprachlichem Hintergrundwissen	215
8.3.2	Extraktionsontologien	216
8.3.3	Formale Modellierung von Domänenwissen	217
8.3.4	Formale Anfragesprachen zur Spezifikation von Templates	218
8.4	Formale Repräsentation von Extraktionsresultaten	219
8.4.1	Semantisches Anreichern von Dokumenten	219
8.4.2	Semantische Annotationen	220
8.5	Fazit	224
8.6	Weiterführende Literatur	224
<b>9</b>	<b>Semantische Suche</b>	<b>227</b>
9.1	Der Begriff Semantische Suche	228
9.1.1	Grundlagen	228
9.1.2	Viele Definitionen ein Ziel	229
9.2	Kategorien semantischer Suchmaschinen	230
9.2.1	Formularbasierte Suche	231
9.2.2	Suchmaschinen mit RDF-basierten Anfragesprachen	232
9.2.3	Faceted Browsing	233
9.2.4	Semantikbasierte Schlüsselwortsuchmaschinen	234
9.2.5	Question Answering Tools	236
9.2.6	Schlüsselwortsuche mit semantischer Nachverarbeitung	236
9.2.7	Semantikbasierte intelligente Visualisierung	236
9.3	Architektur und Ansätze	237
9.3.1	Wissensbasis, Suchraum	239
9.3.2	Anfrageverarbeitung	241
9.3.3	Ansätze, Suchalgorithmen	243
9.3.4	Beispiele	246
9.4	Benutzerkontext, Personalisierung und Transparenz	249
9.4.1	Benutzerkontext und Personalisierung	249
9.4.2	Transparenz	250
9.5	Fazit	251
9.6	Weiterführende Literatur	251
<b>10</b>	<b>Erklärungsfähigkeit semantischer Systeme</b>	<b>253</b>
10.1	Szenario	254

- 10.2 Der Begriff der Erklärung ..... 256
  - 10.2.1 Erklärungen im Alltag ..... 257
  - 10.2.2 Wissenschaftliche Erklärungen ..... 258
- 10.3 Erklärungen in Expertensystemen ..... 259
  - 10.3.1 MYCIN ..... 259
  - 10.3.2 NEOMYCIN ..... 260
  - 10.3.3 RED ..... 261
  - 10.3.4 PEA ..... 262
  - 10.3.5 REX ..... 263
- 10.4 Aspekte von Erklärungen ..... 263
  - 10.4.1 Arten von Erklärungen ..... 264
  - 10.4.2 Ziele von Erklärungen ..... 265
  - 10.4.3 Darstellungen von Erklärungen ..... 266
  - 10.4.4 Wahrheit und Erklärung ..... 266
  - 10.4.5 Anforderungen an Erklärungen ..... 266
  - 10.4.6 Erklärungsszenario ..... 268
- 10.5 Erklärungen im Semantic Web ..... 269
  - 10.5.1 Inference Web ..... 269
  - 10.5.2 Erklärungskomponente von RadSem ..... 274
- 10.6 Fazit ..... 276
- 10.7 Weiterführende Literatur ..... 277
- III Anwendungen ..... 279**
- 11 Semantische Webservices zur Steuerung von Produktionsprozessen 281**
- 11.1 Einleitung ..... 282
- 11.2 Grundlagen ..... 284
  - 11.2.1 Steuerungen in heutigen Produktionsanlagen ..... 284
  - 11.2.2 Serviceorientierte Architekturen ..... 285
  - 11.2.3 Semantische Webservices ..... 290
- 11.3 Anwendungsfeld ..... 295
  - 11.3.1 Semantische Webservices in der Produktionsdomäne ..... 295
  - 11.3.2 Experimenteller Aufbau ..... 296
- 11.4 Semantisches Auffinden von Webservices in der Produktion ..... 298
  - 11.4.1 Semantische Annotation der Webservices ..... 298
  - 11.4.2 Erstellungsprozess und Struktur der Ontologien ..... 302
  - 11.4.3 Systemarchitektur und Ablauf des semantischen Auffindens von  
Webservices ..... 304
- 11.5 Automatische Orchestrierung zur Erstellung flexibler Produktionsprozesse . 305
  - 11.5.1 Semantisch unterstützte Prozessmodellierung ..... 305
  - 11.5.2 Konzeptioneller Ansatz zur flexiblen Steuerung von Produktionspro-  
zessen ..... 306
- 11.6 Fazit ..... 309
- 11.7 Weiterführende Literatur ..... 310

<b>12</b>	<b>Wissensarbeit am Desktop</b> .....	311
12.1	Herausforderungen der Wissensarbeit auf dem Desktop .....	312
12.2	Semantische Modellierung des Wissensraums .....	313
12.2.1	Persönliches Informationsmodell (PIMO) .....	315
12.2.2	Die NIE-Ontologien zur Datenrepräsentation .....	319
12.2.3	Integration proprietärer Informationsquellen .....	324
12.3	Der Semantic Desktop .....	326
12.3.1	Ausgangssituation .....	327
12.3.2	Die Idee des Semantic Desktops .....	328
12.3.3	Nepomuk Semantic Desktop .....	329
12.3.4	Refinder .....	335
12.4	Wikis und Semantische Wikis .....	339
12.4.1	Annotationen bei dokumentbasierter Arbeit .....	341
12.4.2	Das persönliche Wiki im Semantic Desktop .....	343
12.4.3	Feingranulare Annotationen – der Ansatz in Mymory .....	344
12.5	Aufgabenmanagement für Wissensarbeiter .....	350
12.5.1	Permanenter Aufgabenwechsel (Multitasking) .....	351
12.5.2	Ziele für die technische Unterstützung .....	352
12.5.3	Task Management-Systeme .....	352
12.5.4	Semantische Aufgabenmodellierung .....	353
12.5.5	Kontext eines Wissensarbeiters .....	354
12.5.6	ConTask: Kontextsensitives Aufgabenmanagement .....	358
12.6	Fazit .....	363
12.7	Weiterführende Literatur .....	363
<b>13</b>	<b>Semantische Suche für medizinische Bilder</b> .....	365
13.1	MEDICO-Ontologie-Hierarchie .....	366
13.1.1	Representational Ontologies .....	367
13.1.2	Upper Ontology .....	367
13.1.3	Information Element Ontology .....	368
13.1.4	Clinical Ontology .....	368
13.1.5	Annotation Ontology .....	368
13.1.6	Medical Ontologies .....	369
13.2	Semantische Technologien im MEDICO-System .....	370
13.2.1	MedicoServer .....	371
13.2.2	SemanticSearch and SemanticAnnotation .....	371
13.2.3	Tripel-Speicher .....	373
13.2.4	Semantisches Volumen-Parsing .....	374
13.2.5	Spatial DBMS .....	375
13.2.6	Der 2-D-Annotations-Prototyp RadSem .....	375
13.2.7	Die 3-D-Annotationsanwendung für den klinischen Betrieb .....	377
13.2.8	Semantische Navigation .....	377
13.2.9	Multimodal Dialogue Interface .....	378

13.3 Fazit . . . . . 379

13.4 Weiterführende Literatur . . . . . 380

**14 Semantische Musikempfehlungen . . . . . 381**

14.1 Grundlagen . . . . . 382

    14.1.1 Musikontologien . . . . . 382

    14.1.2 Social Music und das Semantic Web . . . . . 383

14.2 Datensammlungen zu musikbezogenen Informationen . . . . . 385

    14.2.1 Traditioneller Musikjournalismus im Wandel der Zeit . . . . . 385

    14.2.2 Musik und das Linked Open Data Projekt . . . . . 386

14.3 Algorithmen zur Musikempfehlung . . . . . 389

    14.3.1 Inhaltsbasierte Verfahren . . . . . 389

    14.3.2 Kollaboratives Filtern . . . . . 390

    14.3.3 Hybride Ansätze . . . . . 390

14.4 Soziosemantische Musikempfehlungen . . . . . 391

    14.4.1 Kollaboratives Filtern und Semantische Social Networks . . . . . 391

    14.4.2 dbrec: DBpedia als Basis für Musikempfehlungen . . . . . 392

    14.4.3 HORST – Holistic Recommendation and Storytelling . . . . . 394

14.5 Fazit . . . . . 397

14.6 Weiterführende Literatur . . . . . 397

**15 Optimierung von Instandhaltungsprozessen durch Semantische Technologien . . . . . 399**

15.1 Einleitung . . . . . 400

15.2 Grundlagen . . . . . 402

    15.2.1 Interpretation von Kontextinformationen als Grundlage kontextadaptiver Anwendungen . . . . . 402

    15.2.2 Systemarchitektur zur Interpretation und Nutzung von Ortsinformationen in Fabrikssystemen . . . . . 404

15.3 Anwendungsfeld und Szenario . . . . . 406

    15.3.1 Instandhaltungsprozesse in der industriellen Produktion . . . . . 406

    15.3.2 Szenario . . . . . 407

15.4 Semantische nahtlose Navigationsanwendung . . . . . 409

    15.4.1 Ontologiebasierte Situationsinterpretation . . . . . 410

    15.4.2 Anwendungsbezogene Nutzung von Ontologien . . . . . 417

15.5 Fazit . . . . . 419

15.6 Weiterführende Literatur . . . . . 422

**Literaturverzeichnis . . . . . 423**

**Akronyme . . . . . 445**

**Index . . . . . 449**

**Die Autorinnen und Autoren . . . . . 455**

**Teil I**  
**Grundlagen**

# 1 Einleitung

---

## Übersicht

1.1	Daten, Information und Wissen .....	4
1.2	Wissen im Alltag: Ein menschliches Beispiel .....	5
1.3	Semantik und semantische Technologien .....	10
1.4	Metadaten.....	13
1.5	Der weitere Inhalt dieses Buches .....	15

---

Willkommen! Dieses Buch ist als Lehrbuch konzipiert. Wir, die Autoren, wollen Ihnen, den Leserinnen und Lesern, unsere Kenntnisse und Ansichten über Semantische Technologien vermitteln. Sie werden unsere Worte lesen, bedenken und in Beziehung zu Ihren eigenen Kenntnissen und Erfahrungen setzen. Im Idealfall werden Sie anschließend die Konzepte und Ansätze der Semantischen Technologien verstehen und deren Einsatzmöglichkeiten und Nutzen für Ihre eigenen Zwecke zu beurteilen wissen.

Mit diesen Sätzen ist bereits das Aufgabenfeld umrissen, das die Entwicklung der Semantischen Technologien letztlich motiviert und in welchem die Semantischen Technologien wirksam zum Einsatz kommen können: Es geht um Kommunikation – also den Austausch zwischen Gesprächspartnern. Es geht um das Verständnis der ausgetauschten Nachrichten. Schließlich geht es um Möglichkeiten, auf diesem Wege Wissen zu vermitteln und so die Gesprächspartner zu nützlichem Handeln zu befähigen.

Diese abstrakten Aufgaben erscheinen intuitiv einsichtig und selbstverständlich, solange wir über Gespräche zwischen Menschen mit relativ ähnlichen Voraussetzungen nachdenken (so sollten beispielsweise alle Gesprächspartner die jeweilig genutzte Sprache verstehen können). Von Geburt an besitzen wir bereits gewisse Grundvoraussetzungen, um Zusammenhänge zu verstehen, die fest in unserem Erbgut verankert sind. Diese erlauben es uns, Informationen aus unserer Umwelt aufzunehmen, sie zu deuten und als Wissen zu speichern, um es im Bedarfsfall wieder aus unserem Gedächtnis abzurufen und einzusetzen. Damit funktioniert die umrissene Art der Wissensvermittlung bemerkenswert gut!

Das ändert sich jedoch dramatisch, wenn die beteiligten Gesprächspartner von sehr unterschiedlichen Voraussetzungen ausgehen (wir alle kennen das Problem des so genannten Fachchinesisch, das die Kommunikation zwischen Menschen aus unterschiedlichen Fachgebieten behindert) und insbesondere, wenn Computer als aktive Elemente in einen Austausch eingebunden werden sollen. Damit ein Computer fähig ist, aufgrund

des Inhalts einer Nachricht nützlich zu handeln, muss die Bedeutung der Nachricht in einer für den Computer geeigneten, also formalen Weise erklärt werden.

Semantische Technologien bieten die notwendigen Verfahren und Darstellungsweisen, um die Bedeutung von sprachlichen Ausdrücken (also von Nachrichten bzw. Informationen, die zwischen Kommunikationspartnern ausgetauscht werden) explizit zu beschreiben und deutlich zu machen, und zwar insbesondere in formaler Weise. Damit legen sie die Grundlage für vielfältige Verbesserungen im gemeinsamen Verständnis zwischen Kommunikationspartnern (Mensch UND Computer!), für Dokumentation, Bewahren und Vermitteln von Wissen (auch für Computer!) und ermöglichen so neue und flexible Anwendungen, bei denen Computer Informationen automatisch in nützliche Handlungen überführen.

## 1.1 Daten, Information und Wissen

Wissen unterscheidet sich grundsätzlich von Daten, deren maschinelle Verarbeitung immer noch das wichtigste Betätigungsfeld des Computers ist. Daten sind Angaben jeglicher Art, wie Zahlen, Wörter oder Texte, Graphiken, Bilder oder Audioaufzeichnungen. Daten sind ohne Wissen nicht interpretierbar. Nimmt man beispielsweise das Wissen über das Alter, mit dem man in Deutschland volljährig wird, die Kenntnis über Anzahl der alternativen Lottozahlen oder die Farben der deutschen Nationalflagge, so lassen sich diese durch einfache strukturierte Daten wie, 18, 49 und (Schwarz, Rot, Gold) ausdrücken. Umgekehrt erhalten diese Daten erst mit den einleitenden Bemerkungen ihre Bedeutung, werden also zu Information, weil wir wissen worüber wir reden. Verwendet man gleiche Daten in einem anderen Zusammenhang, dann führt dies zu einer völlig anderen Interpretation. Spricht man etwa über die Zahl 49 in Verbindung mit der Schuhgröße oder nennt man die Zahl 18 auf Nachfrage nach der Anzahl der Kinder, so ist die Information, die man durch das jeweilige Datum erhält, eine ganz andere.

Die Zeichenfolge „negreb nebies retnih egrewz nebies“, beispielsweise, stellt eine syntaktisch geordnete Folge von Daten dar, die in dieser Form, selbst bei der Vermutung, es könnte sich um irgendeine Sprache handeln, keinerlei Sinn macht und damit keine Information darstellt. Schreibt man die Zeichen jedoch in umgekehrter Reihenfolge auf, dann bilden sie eine Aussage und werden damit zu Information, deren Bedeutung sich erst im Rahmen von Grimm's Märchen noch weiter erschließt.

Wissen ist also die Fähigkeit Daten im Kontext zu interpretieren.

Die Bedeutung oder Interpretation von syntaktischen Entitäten nennt man Semantik. Wir werden später noch genauer darauf eingehen. Aus dieser Aussage über Wissen lassen sich viele andere Aspekte von intellektuellem Leistungsvermögen ableiten. Nämlich, dass Daten der Ausgangspunkt für die Verarbeitung von Wissen sind, dass die Verar-