

Josef Ingenerf  
Cora Drenkhahn

# Referenzterminologie SNOMED CT

Interlingua zur Gewährleistung semantischer Interoperabilität in der Medizin

EBOOK INSIDE

 Springer Vieweg

---

# Referenzterminologie SNOMED CT

**EBOOK INSIDE**

Die Zugangsinformationen zum eBook Inside finden Sie am Ende des Buchs.

---

Josef Ingenerf · Cora Drenkhahn

# Referenzterminologie SNOMED CT

Interlingua zur Gewährleistung  
semantischer Interoperabilität in der  
Medizin

Josef Ingenerf  
Institut für Medizinische Informatik,  
Universität zu Lübeck  
Lübeck, Schleswig-Holstein, Deutschland

Cora Drenkhahn  
Institut für Medizinische Informatik,  
Universität zu Lübeck  
Lübeck, Schleswig-Holstein, Deutschland

ISBN 978-3-658-35561-6      ISBN 978-3-658-35562-3 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-35562-3>

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

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung: Petra Steinmüller

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

---

## Geistiges Eigentum

Dieses Buch enthält Inhalte aus SNOMED Clinical Terms® (SNOMED CT®), welche mit Genehmigung von „SNOMED International“, beziehungsweise „International Health Terminology Standards Development Organisation (IHTSDO)“, verwendet werden. SNOMED CT® wurde ursprünglich vom College of American Pathologists entwickelt. „SNOMED“ und „SNOMED CT“ sind eingetragene Warenzeichen von SNOMED International (ehemals IHTSDO).

---

## Gender-Disclaimer

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Formen verzichtet und überwiegend das generische Maskulinum verwendet. Darunter sind immer alle Formen mit Einschluss der weiblichen sowie weiterer Formen zu verstehen. Wenn möglich, wurden geschlechtsneutrale Begriffe benutzt.

---

## Vorwort

Standardisierte Terminologien einschließlich der „Systematischen Nomenklatur der Medizin“ (SNOMED) wurden bereits vor dem Computer-Zeitalter eingesetzt, um Inhalte wie Krankheiten, Prozeduren, Arzneimittelsubstanzen oder Erreger sprachunabhängig über hierarchische Codes abzubilden. Typische Anwendungen waren und sind noch heute die strukturierte Dateneingabe oder die Verschlagwortung von Freitexten, sodass eine verbesserte Recherche und eine gezielte Aggregation codierter Sachverhalte ermöglicht werden.

Mit zunehmender Digitalisierung steigt der Bedarf, Daten zwischen verschiedenen Anwendungssystemen so auszutauschen, dass sie maschinell zuverlässig interpretiert und verarbeitet werden können. Über die letzten Jahrzehnte wurden hierzu zahlreiche Fortschritte auf technischer, syntaktischer und semantischer Ebene erzielt. Für medizinische Anwendungen wird zunehmend deutlich, dass nur eine ausdrucksstarke Referenzterminologie wie SNOMED CT die Grundlage für eine internationale semantische Interoperabilität bieten kann. Hierzu müssen SNOMED CT-codierte Inhalte (z. B. „Lungeninfektion“) möglichst in Kombination mit standardisierten Datenstrukturen abgebildet werden, um auch den Verwendungskontext der Inhalte (z. B. „Verdachtsdiagnose bei Krankenhausaufnahme“) nachvollziehbar interpretieren zu können. Bei Sicherstellung einer zuverlässigen maschinellen Interpretation von Struktur und Inhalt ausgetauschter Daten zwischen zwei Softwaresystemen spricht man davon, dass diese Systeme semantisch interoperieren können.

Gleichwohl beschränkte sich bislang die Beschäftigung mit SNOMED CT auf den akademischen Bereich etwa in der Arbeitsgruppe „Medizinische Terminologien und Klassifikationen“ der Fachgesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS), auf Einzelprojekte oder auf nationale eHealth-Initiativen anderer Länder. Noch gibt es im deutschen Gesundheitswesen ein erhebliches Beharrungsvermögen, was die Interoperabilität von real eingesetzten IT-Systemen angeht. Will man etwa Patientendaten für Forschungszwecke maschinell nutzen, so stehen neben Freitext überwiegend codierte Daten wie Diagnosen gemäß der Internationalen statistischen Klassifikation von Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD-10) oder Prozeduren gemäß dem Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) zur Verfügung.

Diese in Deutschland gesetzlich vorgeschriebenen Klassifikationen erfüllen ihre statistischen und abrechnungstechnischen Zwecke. Sie sind aber nicht geeignet zur Realisierung semantisch interoperabler Anwendungssysteme. Baumartig organisierte Klassifikationen unterstützen primär statistische Auswertungen, während netzwerkartig organisierte Konzeptsysteme (als Grundlage für Terminologien) sehr viel ausdrucksstärker sind. Letztere sind auch erforderlich für die Anwendung innovativer Algorithmen aus den Bereichen Big Data, Künstliche Intelligenz und Machine Learning. Häufig stehen für diese Anwendungen Video-, Bild- oder Signaldaten mit eher einheitlichen Dateiformaten im Vordergrund. Weitergehende Inhalte aus Patientenakten wie Diagnosen, Laborergebnisse oder Medikationen lassen sich aus IT-Systemen verschiedener Standorte mit jeweils abweichenden proprietären Datenformaten aktuell kaum integrieren, um Trainingsdaten in erforderlicher Größenordnung zu generieren. Darüber hinaus dominiert in IT-Systemen der ambulanten und stationären Versorgung nach wie vor die freitextliche Dokumentation.

Aber in den letzten Jahren ändern sich die Rahmenbedingungen im deutschen Gesundheitswesen grundlegend. Auf ministerieller Ebene wurde erkannt, dass ohne gezielte Gesetzesinitiativen ein interoperables Gesundheitswesen kaum zu realisieren ist. Es wurden zahlreiche Reformgesetze verabschiedet, mit denen eine zunehmende Digitalisierung auf verschiedensten Ebenen gefördert wird. Erstmals wird dabei konsequent die Gewährleistung von technischer, syntaktischer und semantischer Interoperabilität basierend auf offenen Standards gefordert. Für dieses Buch von besonderem Interesse ist die nationale Einführung von SNOMED CT seit Anfang 2021 [44] sowie die konsequente Nutzung des HL7-Standards „Fast Healthcare Interoperability Resources“ (HL7 FHIR) [359]. Nähere Details zu den Aktivitäten auf amtlicher Ebene werden in Kap. 1 unter Abschn. F erläutert. Bei Interesse sei auf das Konzeptpapier „Interoperabilität 2025“ verwiesen, das der health innovation hub (hih), die gematik GmbH, der Bundesverband Gesundheits-IT e. V. (bvitg) und der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (Bitkom) gemeinsam dem Bundesministerium für Gesundheit vorgelegt haben [78]. Erwähnt werden sollte auch die Innovationsinitiative „Daten für Gesundheit“ mehrerer Ministerien mit einer Roadmap für eine bessere Patientenversorgung durch Gesundheitsforschung und Digitalisierung [76] sowie eine Publikation zum Beitrag des Bundesinstitutes für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) zu diesem Thema [71].

Auch wenn es in diesem Buch primär um die Realisierung von semantischer Interoperabilität zwischen IT-Systemen geht, sollte klar sein, dass für die beabsichtigte Digitalisierung im Gesundheitswesen zahlreiche weitere Herausforderungen zu meistern sind. Hierzu zählen Verfahrensweisen zur Sicherstellung von datenschutzrechtlichen, ethischen und sicherheitstechnischen Anforderungen beim Umgang mit sensiblen Patientendaten und vieles mehr. Diese Aspekte werden in diesem Buch nicht adressiert. Stattdessen sei auf andere Literaturquellen verwiesen [119].

Impulse für den geschilderten Paradigmenwechsel auf amtlicher Ebene ergaben sich unter anderem mit dem seit 2016 laufenden Forschungsprojekt



„Medizininformatik-Initiative“ (MII), welches über das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert wird [553]. Hier geht es um die Nutzung von standortübergreifend integrierbaren Versorgungs- und Forschungsdaten aus Universitätskliniken und von anderen Leistungserbringern in Deutschland. Zur Harmonisierung relevanter Datenkörper wurden syntaktische Kerndatensatz-Definitionen basierend auf HL7 FHIR erarbeitet. Für die semantische Präzisierung zahlreicher Inhalte werden Codes international verwendeter, ausdrucksstarker Terminologien benötigt. Aus diesem Grunde wurde bereits 2020 eine Pilotlizenz von SNOMED CT im Rahmen der MII erworben [4, 551].

Mittlerweile können Informatiker auf professionelle, aber auch anspruchsvolle Softwarewerkzeuge zurückgreifen, um standardkonforme Anwendungssoftware zu entwickeln. Sie stellen spezialisierte Dienste etwa für das Mapping proprietärer Daten auf Standardformate, für das Verifizieren und Analysieren von Daten oder für ein Versionsmanagement zur Verfügung und ermöglichen eine Entlastung von Anwendungsprogrammierern. Das gilt nicht nur, aber auch für die genannten beiden Standards HL7 FHIR und SNOMED CT, die sich mit verfügbaren Werkzeugen sehr ausdrucksstark kombinieren lassen [38, 70]. Zusammengefasst lassen sich folgende Gründe für die aktuelle Euphorie im Zusammenhang mit SNOMED CT nennen:

- Die Notwendigkeit internationaler Standards für ein interoperables Gesundheitswesen schlägt sich mittlerweile in der Gesetzgebung und in regierungsnahen Initiativen nieder.
- Die Referenzterminologie SNOMED CT stellt auf semantischer Ebene den ausdrucksstärksten internationalen Standard bereit, um medizinische Inhalte maschinell interpretieren zu können.
- Die Verbreitung des HL7 FHIR-Standards kann als Katalysator für die Nutzung von SNOMED CT betrachtet werden. Entscheidend ist, dass nicht nur klinische Inhalte wie *Allergy* oder *Medication*, sondern auch terminologische Inhalte über Ressourcen wie *CodeSystem*, *ValueSet* oder *ConceptMap* einheitlich bereitgestellt werden. Integrierte Softwarewerkzeuge erleichtern es Informatikern, Interoperabilitätsanforderungen auf syntaktischer und semantischer Ebene gerecht zu werden [192].
- Für SNOMED CT existieren darüber hinaus spezialisierte Softwarewerkzeuge wie Terminologieserver, die Informatikern den Zugriff auf das komplexe terminologische Wissen erleichtern.

**Fazit:** SNOMED CT wird zukünftig in Deutschland ein wesentlicher Baustein innovativer IT-Anwendungen im Gesundheitswesen sein.

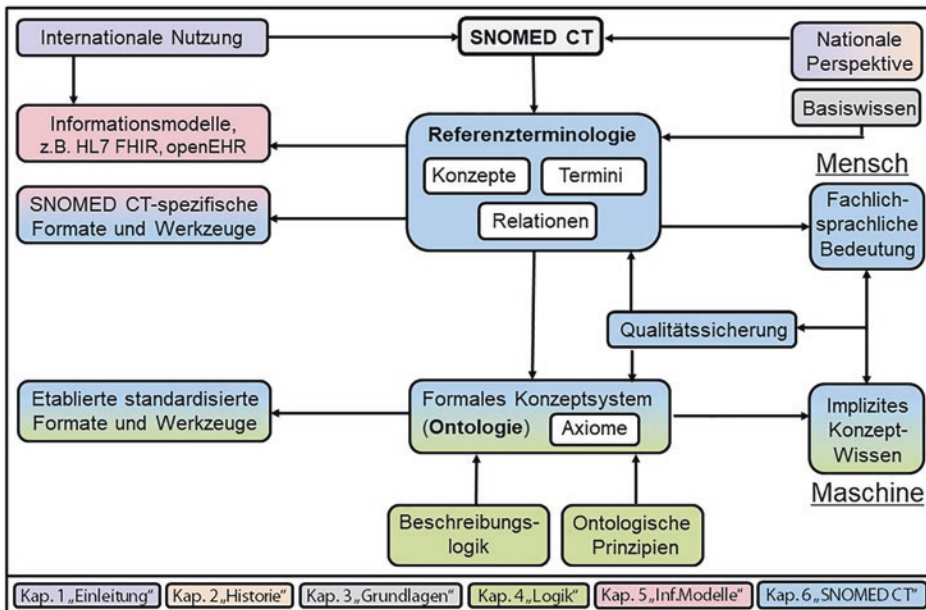
**Dieses Buch entstand** aus den Inhalten von langjährigen Vorlesungen in den Bachelor- und insbesondere Masterstudiengängen „Medizinische Informatik“ an der Universität zu Lübeck. Sowohl die frühere SNOMED-Nomenklatur (Kap. 2) als auch die heutige Referenzterminologie SNOMED CT (Kap. 6) sind zentraler Bestandteil dieser Vorlesungen. Erwähnenswert ist die 30-jährige Erfahrung des Erstautors auf

diesem Gebiet [129, 130, 231–244]. Sehr wertvoll war eine mehrjährige Mitarbeit im EU-Projekt GALEN in den Neunziger Jahren, in dem signifikante Ergebnisse auf dem Gebiet formallogischer Konzeptsysteme erarbeitet wurden [55]. Weiterhin seien Berater-tätigkeiten und ein Engagement auf Ebene der GMDS-Fachgesellschaft erwähnt, wo zusammen mit dem damaligen Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) ein Positionspapier zur Einführung von SNOMED CT veröffentlicht wurde [244]. Die aktive Mitarbeit in nationalen Projekten wie der Medizin-informatik-Initiative ermöglicht aufgrund diverser Fortschritte (z. B. HL7 FHIR) das praktische Arbeiten mit SNOMED CT zur Förderung semantischer Interoperabilität.

Für den deutschsprachigen Raum existiert bislang kein geschlossenes Werk zu SNOMED CT. Weltweit gibt es einige wenige Bücher [38, 48, 257], von denen Benson und Grieve (2021) in vierter Auflage sehr empfohlen werden kann. Ausführliche und gut aufbereitete Informationen werden von SNOMED International selbst als gemein-nützige Organisation und Rechteinhaber der SNOMED CT bereitgestellt. Sie stellt auf ihrer Confluence-Web-Plattform umfassende Dokumente und Guidelines bereit und unterstützt die Kommunikation und Kooperation für viele dedizierte Arbeitsgruppen und Projekte [476]. Angesichts der zahlreichen Länder, die mittlerweile SNOMED CT lizenziert haben, multipliziert sich das Angebot an online verfügbaren Informationen und Lehrmaterialien, z. B. „Member Education Resources“ [477].

Mit diesem Buch wird das recht verteilt verfügbare Expertenwissen zusammen-geführt. Ein kurzer Artikel zu SNOMED CT [130] oder der SNOMED CT Starter Guide [491] können die wichtigsten Komponenten und Funktionsweisen zur Nutzung von SNOMED CT-Konzepten in medizinischen Anwendungen skizzieren. Die bereits genannte langjährige Lehrerfahrung und auch der Diskurs zwischen Fachexperten auf dem Gebiet der Semantik von medizinischen Inhalten zeigt jedoch, dass für ein wirk-liches Verständnis weiter ausgeholt werden sollte, denn erfahrungsgemäß

- hilft ein Blick in die Vergangenheit von SNOMED CT (Kap. 2) den Paradigmen-wechsel hin zum aktuellen IST-Zustand von SNOMED CT einzuschätzen (Kap. 6),
- ist eine korrekt verwendete und konsistente Fachsprache auf dem Gebiet der semantischen Standards (z. B. „Was ist eine Terminologie?“) auf Grundlagenwissen angewiesen (Kap. 3), und
- ist weiteres profundes Hintergrundwissen erforderlich, um komplexe Phänomene im Zusammenhang mit SNOMED CT zu verstehen. Dabei geht es vor allem um formal-logisch definierte Konzepte basierend auf einem zugrunde liegenden Konzeptmodell. Falls methodische Grundregeln eingehalten werden, gelingt sowohl die rechner-gestützte Nutzung der vorhandenen (präkoordinierten) 350.000 Konzepte als auch das kontrollierte Generieren neuer (postkoordinierter) Konzepte. Die hierzu ver-wendete Logik und das erforderliche Verständnis von SNOMED CT als Ontologie wird umfassend in Kap. 4 ausgeführt. Weiterhin erfordert eine praktische Umsetzung von SNOMED CT in IT-Anwendungssystemen die Repräsentation von codierten



**Abb. 1** Zusammenhänge zwischen den Buchkapiteln als Orientierungshilfe

Sachverhalten in verwendeten Datenstrukturen. Dabei zeigt sich, dass sich zugrunde liegende Informations- oder Datenmodelle auf der einen Seite und das Konzeptmodell von SNOMED CT auf der anderen Seite überlappen können, wenn es um die Repräsentation von Inhalten (i. Allg. Patientendaten) geht. Diese Aspekte der Nutzung von SNOMED CT im Kontext von Informationsmodellen sowie innovative Methoden und Werkzeuge zur Erzeugung und Auswertung SNOMED CT-codierter Daten werden in Kap. 5 dargestellt.

In diesem Sinne ist ein Fachbuch entstanden, das grundlegende, aber auch methodisch weiterführende Kapitel enthält. Die vermittelten Inhalte werden möglichst verständlich mit Beispielen und Abbildungen aufbereitet. Analog zum Autoführerschein wird empfohlen, insbesondere für den Umgang mit erforderlichen Softwarewerkzeugen Zertifikate zu erlangen, die über die E-Learning Plattform von SNOMED International (zum Teil kostenpflichtig) angeboten werden. Für Leser mit Interesse an Zusammenhängen und Herausforderungen „unter der Motorhaube“ werden relevante Themen insbesondere in den Kap. 3, 4 und 5 dieses Buches bereitgestellt. Umfassende Informationen zum aktuellen State-of-the-Art von SNOMED CT (d. h. dem Auto selbst) werden in Kap. 6 dargestellt.

**Fazit:** Der Einsatz von SNOMED CT bedeutet einen Paradigmenwechsel. Über die letzten 30 Jahre sind die erforderlichen Lehrinhalte für ein profundes Verständnis von SNOMED CT selbst, aber vor allem auch für die Umsetzung von SNOMED CT

in realen Anwendungen anspruchsvoller geworden. Mit den genannten Themen wird diesem Umstand Rechnung getragen.

**Dieses Buch wendet sich** an Personen, die mit ihrer jeweiligen Profession gefordert sind, SNOMED CT in verschiedensten Anwendungsszenarien real einzusetzen. Dazu gehören Mediziner und Angehörige anderer Gesundheitsberufe, Dokumentare, Statistiker und Informatiker. Neudeutsch spricht man zunehmend auch von Data Stewards, Data Engineers und Data Scientists.

Die genannten Fachleute sind beschäftigt in der Industrie, wo Softwarelösungen entwickelt und vertrieben werden, in Einrichtungen des Gesundheitswesens, wo jene Anwendungssoftware zur Unterstützung der Patientenversorgung betrieben wird oder in wissenschaftlichen Einrichtungen, wo zunehmend Netzwerk-Projekte an der Schnittstelle zwischen Krankenversorgung und medizinischer Forschung bearbeitet werden.

Zu der Zielgruppe gehören auch alle, die in relevanten behördlichen Einrichtungen des Gesundheitswesens nationale Interoperabilitätsfestlegungen erarbeiten. Insbesondere das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) spielt im Zusammenhang mit der nationalen Einführung von SNOMED CT in Deutschland eine zentrale Rolle. Unter anderem wird hierzu ein Kompetenzzentrum für medizinische Terminologien aufgebaut bzw. kontinuierlich ausgebaut [44, 71, 530, 570]. Es sei erwähnt, dass das ehemalige DIMDI, welches unter anderem Dienstleistungen rund um medizinische Klassifikationen und Terminologien (z. B. ICD-10, OPS, LOINC) bereitstellte, im Mai 2020 als „BfArM, Dienstsitz Köln“ in das BfArM integriert wurde [116]. Das BfArM wiederum ist ein Bundesinstitut im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) mit Sitz in Bonn. Weiterhin ist die mio42 GmbH als Tochtergesellschaft der Kassennärztlichen Bundesvereinigung (KBV) zu nennen, auch „KBV/mio42“ genannt [339]. Sie ist zuständig für die Erstellung sogenannter Medizinischer Informationsobjekte (MIOs), die auf der Basis von HL7 FHIR und Terminologien wie SNOMED CT die Inhalte geplanter digitaler Anwendungen im deutschen Gesundheitswesen (z. B. elektronischer Impfpass) standardisiert festlegen und spezifizieren [274] (siehe Abschn. F in Kap. 1).

Das Buch soll auch Politikern aus Ministerien und Behörden, Geschäftsleuten und Beratern aus der Industrie und nicht zuletzt Patienten als Bürger verständliche Antworten auf die Frage „Was ist SNOMED CT?“ geben.

Angesichts eines eklatanten Fachkräftemangels wendet sich dieses Buch jedoch insbesondere an Studierende und Lehrende in Studiengängen der (Medizinischen) Informatik sowie an Softwareentwickler in der Ausbildung. Insbesondere auf sie wird es in Zukunft ankommen, wenn „gelebte“ semantische Interoperabilität in IT-Systemen des Gesundheitswesens Einzug halten soll. Selbstverständlich sollte das Thema „Semantische Interoperabilität“ auch in den Studiengängen der Humanmedizin einen größeren Raum einnehmen, um Fachexpertise und Akzeptanz sicherzustellen.

**Fazit:** Eine nationale Etablierung von SNOMED CT hat als „Enabling Technology“ das Potenzial, dringend erforderliche Mehrwerte auf Basis semantisch interoperabler

Anwendungssysteme zu ermöglichen. Hierfür sind jedoch gut ausgebildete Fachkräfte verschiedenster Disziplinen erforderlich. Mit zunehmend komplexen IT-Fragen zur Bereitstellung entsprechender terminologischer Ressourcen sind jedoch vor allem (Medizinische) Informatiker gefordert, standardkonforme Softwarespezifikationen sowie Softwareprodukte zu entwickeln. Hierzu kooperieren sie selbstverständlich mit Domänenexperten auf Ebene der Anforderungsanalyse und Evaluation. Gemeinsam muss es gelingen, dass etwa strukturierte Erhebungsinstrumente bei Nutzung von SNOMED CT gewünschte Mehrwerte mit möglichst wenig Mehraufwand für ärztliche Endanwender realisieren.

**Dieses Buch enthält** sieben Kapitel, von denen sechs in Abb. 1 überblicksartig in ihrem Zusammenhang skizziert werden. Als zunächst grobe Orientierungshilfe wird diese Abbildung am Ende des Buches noch einmal ergänzt mit Erläuterungen zu den Kanten aufgeführt (siehe Abb. 7.2 in Kap. 7). Zunächst werden in Kap. 1 einführende Aspekte und häufig gestellte Fragen (im Sinne von FAQs) sowie Herausforderungen thematisiert, die sich mit einer nationalen Einführung von SNOMED CT in Deutschland aufdrängen. In Kap. 2 folgt eine historische Betrachtung mit Begründungen, warum ein Übergang von der früheren multiaxialen SNOMED-Nomenklatur hin zur heutigen, auf Beschreibungslogiken basierenden Referenzterminologie SNOMED CT alternativlos war. Weiterhin wird der lange Entscheidungsprozess in Deutschland hin zu einer nationalen Lizenzierung dargelegt.

Einen recht großen Raum nimmt das Kap. 3 ein, in welchem breites Grundlagenwissen aufbereitet wird. Es ist ein bekanntes Phänomen, dass die häufig unscharfe Fachsprache, mit der wir über die medizinische Fachsprache oder über Terminologien und vieles andere sprechen, zahlreiche Missverständnisse erzeugt. Im Mittelpunkt steht eine erforderliche Disziplin, um Konzepte oder Begriffe auf der Bedeutungsebene von Termen oder Zeichenketten auf der Sprachebene zu trennen. Konzepte im Sinne von Bedeutungen lassen sich allerdings nur kommunizieren, wenn sie ihrerseits sprachlich ausgedrückt werden. Aus diesem „Dilemma“ leiten sich bereits wesentliche Hausforderungen ab. Um die Zusammenhänge geeignet vermitteln zu können, thematisieren die Unterkapitel (im Folgenden „Abschnitte“ genannt) relevante Gebiete wie die Dokumentation, Linguistik, Terminologie bis zu den verwirrend vielen Varianten von Codesystemen, die da heißen Vokabular, Klassifikation, Nomenklatur, Terminologie, Thesaurus oder Ontologie. Ohne den Versuch einer Definition und Abgrenzung dieser gebräuchlichen Bezeichnungen sind unsere eigenen Worte „Schall und Rauch“. Mit einer solchen Haltung wird man ungläubwürdig, wenn man Mediziner von einer Systematisierung und Präzisierung ihrer medizinischen Sprache mittels der Nutzung von SNOMED CT überzeugen möchte.

Kap. 4 und 5 sind gewissermaßen das Herzstück des Buches, was das profunde Grundlagenwissen zur Beherrschung von SNOMED CT angeht. Kap. 4 beschreibt das formallogisch definierte Konzeptmodell von SNOMED CT, welches auf Beschreibungslogiken basiert und als Ontologie bezeichnet wird. Eine möglichst

korrekte und ausdrucksmächtige Definition von ca. 350.000 Konzepten ist eine Mammutaufgabe, für die SNOMED International einen pragmatischen Weg zwischen Berechenbarkeit und Korrektheit von maschinellen Schlussfolgerungen einerseits und Beherrschbarkeit und Anwendbarkeit andererseits vollzieht. Die Ontologie repräsentiert gemäß Benson und Grieve [38] das „Model of Meaning“, welches im Zusammenspiel mit (standardisierten) Informationsmodellen erlaubt, SNOMED CT-Codes im Kontext einer Anwendung zu benutzen. Ein gezielt abgeleitetes „Model of Use“ unterstützt dabei die Erfassung, Kommunikation und Analyse von SNOMED CT-codierten Daten. Für dieses Zusammenspiel werden in Kap. 5 Strukturstandards wie HL7 FHIR und OpenEHR (Open Electronic Health Record) vorgestellt, mit denen SNOMED CT und andere Vokabularien als Semantikstandards in geordneter Weise interagieren.

In Kap. 6 wird die SNOMED CT-Terminologie konkret und ausführlich beschrieben. Dabei geht es um das zugrunde liegende Konzeptmodell sowie zahlreiche spezielle Konventionen, Formate und Werkzeuge, mit denen Endanwender beim Umgang mit SNOMED CT konfrontiert werden. Kenntnisse der zugrunde liegenden formallogisch definierten Ontologie gemäß Kap. 4 sind für die Implementierung einer Anwendung förderlich, aber nicht zwingend erforderlich. Maschinell verwendete SNOMED CT-Codes oder -Ausdrücke ermöglichen eine sprachunabhängige Repräsentation, sprachliche Übersetzungen und intelligente Schlussfolgerungen für begriffliche Sachverhalte. Sie sind idealerweise für die Endanwender unsichtbar.

Es ergibt sich mit Blick auf Abb. 1 ein Spannungsfeld zwischen einer menschlichen und einer maschinellen Herangehensweise. Menschen interpretieren die fachsprachlich repräsentierten Konzeptbezeichnungen inklusive der addierten Synonyme und entscheiden zum Beispiel, dass das Konzept „89662003 |Helicobacter-associated pyloric ulcer (disorder)“ ein Unterkonzept von „118948005 |Disorder of abdomen (disorder)“ ist. Maschinen dagegen interpretieren ausschließlich formallogisch definierte Konzepte, d. h. sie nehmen keinerlei Bezug auf freitextliche Angaben. Die in Browsern oder sonstigen Anwendungen bereitgestellten polyhierarchisch organisierten 350.000 SNOMED CT-Konzepte werden über komplexe Algorithmen hierarchisiert. Es mag vorkommen, dass das Konzept „89662003“ fälschlicherweise als Unterkonzept von „301363002 |Pain of endocrine structure (finding)“ ausgewiesen wird, woraufhin solche Konzeptdefinitionen manuell zu überprüfen sind. Im Zweifel sind Änderungswünsche an das jeweilige National Release Center (NRC) zu melden.

Deshalb ist ein stetiger Vergleich zwischen fachsprachlich gültigen Term-Bedeutungen (autorisiert durch Domain-Experten) einerseits und maschinell generierten Konzeptbedeutungen (basierend auf formallogischen Definitionen) andererseits erforderlich. Ausgehend von dieser Grundüberlegung nutzt SNOMED International inzwischen effektive Werkzeuge für eine möglichst automatisierte Qualitätssicherung von Bezeichnungen und Definitionen aller Konzepte. Dieser Regelkreis mit Beteiligung von Mensch und

---

Maschine auf der rechten Seite von Abb. 1 ist Grundlage für eine kontinuierliche Weiterentwicklung von SNOMED CT.

### **Hinweise**

- Im Buch werden sehr viele Beispiele von SNOMED CT-Konzepten verwendet. Angesichts der inzwischen monatlichen Release-Wechsel sei der Leser an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass ohne anderslautende Angaben konsequent das Release 2022-01-31 der International Edition verwendet wurde.
- In zahlreichen (Unter-)Kapiteln werden Inhalte durchaus redundant erläutert. Redundanz wird als förderlich erachtet. Sie ist aber auch hilfreich vor dem Hintergrund, dass der Verlag Springer Vieweg es seinen Kunden ermöglicht, interessierende Inhalte als separierte Kapitel zu beziehen.

Josef Ingenerf  
Cora Drenkhahn

---

## Danksagung

Bei der Erstellung dieses Buches wurden wir von vielen Personen direkt und indirekt unterstützt. Ihnen allen sind wir zu Dank verpflichtet. Dazu zählen die vielen Studierenden, die über Jahrzehnte entsprechende Vorlesungs-, Übungs- und Praktikumsinhalte mit geprägt haben. Dazu zählen weiterhin die Mitarbeiter der eHealth-Arbeitsgruppe des Institutes für Medizinische Informatik (IMI) sowie des IT Center for Clinical Research (ITCR-L) an der Universität zu Lübeck. Sie haben mit sachverständigen Diskussionen und wesentlichen Korrekturen beigetragen. Einige haben während des Schreibprozesses dahingehend unterstützt, dass sie uns bei parallel anliegenden Lehr- und Projekt-Aufgaben entlastet haben. Namentlich seien Alexandra Banach, Ann-Kristin Kock-Schoppenhauer, Hannes Ulrich, Joshua Wiedekopf, Lorenz Rosenau, Niklas Reimer, Sebastian Germer und Tessa Ohlsen genannt.

Äußerst hilfreich war die Unterstützung durch SNOMED International, sei es durch das zur Verfügung gestellte Informationsmaterial, durch die Erlaubnis dieses benutzen zu dürfen sowie durch das stete Beantworten von Fachfragen.

Wir danken auch dem Verlag Springer Vieweg für die angenehme und konstruktive Zusammenarbeit. Namentlich seien Petra Steinmüller, Gabi Fischer, Timo Lange, Madhipriya Kumaran und Aneus Ansari erwähnt, die sich um die aufwändige Aufbereitung des Manuskripts kümmerten.

Besonders bedanken wir uns weiterhin bei unseren Familien, die über einen sehr langen Zeitraum oft auf uns verzichten mussten. Ohne ihr Verständnis für unsere Leidenschaft gäbe es dieses Buch nicht.



---

# Inhaltsübersicht

<b>1</b>	<b>Einleitung und Motivation</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SNOMED CT: Historische Betrachtung</b> .....	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>Dokumentation, Fachsprache (Linguistik) und Terminologie(n)</b> .....	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>SNOMED CT: Formallogisches Konzeptsystem (Ontologie)</b> .....	<b>135</b>
<b>5</b>	<b>SNOMED CT: Nutzung im Kontext von Informationsmodellen</b> .....	<b>213</b>
<b>6</b>	<b>SNOMED CT: Aktueller Stand der Referenzterminologie</b> .....	<b>309</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>461</b>
	<b>Nachwort</b> .....	<b>469</b>
	<b>Literatur</b> .....	<b>471</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>505</b>

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Motivation</b> .....	1
<b>2</b>	<b>SNOMED CT: Historische Betrachtung</b> .....	23
2.1	Generelle Entwicklung von SNOP zur SNOMED CT .....	23
2.2	Entscheidungsprozess hin zu einer Lizenzierung in Deutschland .....	29
<b>3</b>	<b>Dokumentation, Fachsprache (Linguistik) und Terminologie(n)</b> .....	31
3.1	Medizinische Dokumentation: Nutzbarmachung für die Forschung .....	31
3.1.1	Interpretierbarkeit (im Kontext): Daten, Informationen und Wissen .....	32
3.1.2	Mehrfachverwendbarkeit (Secondary Use) von Daten .....	35
3.1.3	Kombination von Semantikstandards und Strukturstandards ...	38
3.1.4	Semantikstandards: Zwei Wege zur Erkenntnisgewinnung .....	41
3.2	Medizinische Fachsprache (Linguistik) .....	43
3.2.1	Die linguistischen Analyseebenen Syntax, Semantik und Pragmatik .....	43
3.2.2	Bedeutung sprachlicher Ausdrücke (Worte, Phrase, Satz) .....	45
3.2.3	Bedeutung von Konzepten aus terminologischer und linguistischer Perspektive .....	47
3.3	Konzepte und Terme (Terminologie) .....	48
3.3.1	Vorbemerkungen zur Meta-Terminologie .....	48
3.3.2	Terminologie-relevante Definitionen (ISO 1087) .....	50
3.3.3	Einschub: Konzeptintensionen versus Konzeptextensionen ...	52
3.3.4	Intensionale Konzeptdefinitionen (Genus proximum et differentia specifica) .....	56
3.3.5	Definitorisch notwendiges Konzeptwissen versus kontingentes Weltwissen .....	58
3.3.6	Einschub: Prototypentheorie (kognitionswissenschaftliche Perspektive) .....	60
3.3.7	Eigenschaften von und Relationen zwischen Termen .....	61

3.3.8	Ausdrucksvariabilität, Mehrdeutigkeit und Kontextabhängigkeit .....	63
3.4	Terminologien in Abgrenzung zu anderen Vokabularien .....	64
3.4.1	Cimino's Desiderata sowie Konzeptrelationen laut ISO 1087. . .	65
3.4.2	Terminologien – Konzepthierarchien (isA-Relation). . . . .	70
3.4.2.1	Generische Abstraktionsbeziehung (isA-Relation, Subsumption) .....	70
3.4.2.2	Umgang mit der Partitiven Bestandsbeziehung (Teil-Ganzes-Beziehung) .....	76
3.4.2.3	Umgang mit Attributiven Beziehungen (sequentielle/assoziative Relationen) .....	82
3.4.3	Meta-Terme (Teil 1), abgeleitet von ISO 1087 .....	85
3.4.4	Thesauren – Hierarchien von Konzepten als Schlagworte (Broader-Than-Relation) .....	93
3.4.5	Klassifikationen – Klassenhierarchien (disjunkte und vollständige Klasseneinteilungen) .....	99
3.4.6	Interface-Terminologien – klinische Alltagssprache für Eingabedialoge. . . . .	108
3.4.7	Meta-Terme (Teil 2), abgeleitet von ISO 1087 .....	119
3.4.8	SNOMED CT im Kontext weiterer Vokabularien .....	122
3.4.9	Mapping zwischen Vokabularien .....	126
<b>4</b>	<b>SNOMED CT: Formallogisches Konzeptsystem (Ontologie) .....</b>	<b>135</b>
4.1	Einführung und Motivation .....	135
4.2	Fachsprache versus formale Sprache .....	141
4.3	Deduktive, formale Logik: Grundprinzipien .....	149
4.4	Prädikatenlogik .....	154
4.5	Beschreibungslogik .....	166
4.6	OWL 2-Profil „EL“ .....	181
4.7	SNOMED CT-Logikprofil .....	188
4.8	Semantic Web-Anwendungen .....	200
<b>5</b>	<b>SNOMED CT: Nutzung im Kontext von Informationsmodellen .....</b>	<b>213</b>
5.1	Proprietäre Datenmodelle und Stammtabellen .....	215
5.2	Semantische Interoperabilität. . . . .	222
5.3	Standardisierte Informationsmodelle und Vokabularien .....	227
5.3.1	HL7 V3 und HL7 CDA .....	229
5.3.2	HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) .....	235
5.3.3	HL7 FHIR – Terminologie-Modul. . . . .	240
5.3.4	openEHR – Reference Model, Archetypes und Templates .....	251
5.3.5	Abschlussbemerkungen .....	259
5.4	Informations- versus Terminologie-Modell: TermInfo .....	262

5.4.1	Einführung in das TermInfo-Problem .....	263
5.4.2	Perspektive aus Sicht von Informationsmodellen .....	266
5.4.3	Perspektive aus Sicht von Vokabularien. ....	273
5.4.4	SNOMED CT – Binding an HL7 FHIR .....	282
5.4.5	Wissensbasen versus Terminologie (und Informationsmodell) ...	289
5.5	Erforderliche Infrastrukturkomponenten bzw. Softwaredienste .....	296
5.5.1	Metadaten-Repository (MDR).....	297
5.5.2	Terminologieserver (TS) .....	304
<b>6</b>	<b>SNOMED CT: Aktueller Stand der Referenzterminologie.</b> .....	<b>309</b>
6.1	SNOMED CT – Konzeptsystem .....	311
6.1.1	Überblick: Die Basis-Komponenten von SNOMED CT .....	311
6.1.2	Die Gliederung der Konzepte: Top-Level-Hierarchien und Semantic Tags .....	315
6.1.3	Descriptions und ihre Variationen .....	327
6.1.4	Relationships und das Concept Model. ....	330
6.1.5	Präkoordination und Postkoordination. ....	337
6.1.6	Compositional Grammar .....	341
6.1.7	Expression Constraint Language .....	347
6.1.8	Reference Sets .....	351
6.1.9	Releases und Versionierung .....	358
6.1.10	Extensions .....	363
6.2	Design-Entscheidungen im Einzelnen .....	366
6.2.1	Zwei SNOMED CT-Release-Formate: Relationships versus OWL Expressions .....	366
6.2.2	Über Relationships hinausgehende logische Ausdrucksmächtigkeit .....	376
6.2.3	Modellierung von anatomischen Konzepten .....	391
6.2.4	Abbildung von Kontext: Top-Level-Hierarchie „Situation with explicit context“ .....	395
6.2.5	Mapping zwischen LOINC und SNOMED CT.....	404
6.3	Technische Umsetzung und Nutzung .....	411
6.3.1	Implementierungsansätze. ....	411
6.3.2	Nutzung über HL7 FHIR-basierte Terminologieserver .....	417
6.3.3	SNOMED CT-basierte Datenerfassung .....	424
6.3.3.1	Manuelle Codierung von klinischen Daten gemäß SNOMED CT .....	424
6.3.3.2	Mapping von Codes anderer Vokabularien auf SNOMED CT-Codes .....	425
6.3.3.3	Textmining-Algorithmen zur Merkmalsextraktion aus Freitexten .....	427

---

6.3.3.4	SNOMED CT-basierte strukturierte Datenerfassung.....	430
6.3.4	Postkoordination in der praktischen Anwendung .....	441
6.3.5	Mapping proprietärer Codes auf SNOMED CT und davon ausgehend weitere Mappings.....	448
6.4	Anwendungen .....	454
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>461</b>
	<b>Nachwort .....</b>	<b>469</b>
	<b>Literatur.....</b>	<b>471</b>
	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>505</b>

---

## Über die Autoren

**Josef Ingenerf** Prof. Dr. rer. nat. habil. – Institut für Medizinische Informatik (IMI), Universität zu Lübeck, Leiter der GMDS-AG „Medizinische Terminologien und Klassifikationen“.

**Cora Drenkhahn** M.Sc. – Institut für Medizinische Informatik (IMI), Universität zu Lübeck.

---

## Abkürzungsverzeichnis

ADL	Archetype Description Language
AQL	Archetype Query Language
AI	Artificial Intelligence
Alpha-ID	Durchnummerierte Einträge des alphabetischen Verzeichnisses der ICD-10-Klassifikation
AMTS	Arzneimitteltherapiesicherheit
API	Application Programming Interface (Programmierschnittstellen)
ART-DECOR	DECOR (Data Elements, Codes, OIDs and Rules) with ART (Advanced Requirement Tooling) for the DECOR user interface
ATC	Anatomical Therapeutic Chemical Classification System (für Medikamente)
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
Bitkom	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
bvitg	Berufsverband Gesundheits-IT e. V.
CAP	College of American Pathologists, USA (bis zur Version „SNOMED RT“ zuständig für die Bereitstellung von SNOMED-Versionen)
CDISC	Clinical Data Interchange Standards Consortium
CDSS	Clinical Decision Support System
CEN	European Committee for Standardization
CG	Compositional Grammar (SNOMED CT)
CKM	Clinical Knowledge Manager (siehe openEHR)
CLAML	Classification Markup Language
CRF	Case Report Form
CRUD	create, read, update, delete
CTV3	NHS Clinical Terms Version 3 (siehe SNOMED RT)

CWA	Closed World Assumption
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DICOM SR	DICOM Structured Reporting
DiGA	Digitale Gesundheitsanwendung
DiGAV	Digitale Gesundheitsanwendungen-Verordnung
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (seit 2020: BfArM, Dienstsitz Köln)
DL	Description Logic (Beschreibungslogik)
DRG	Diagnosis Related Groups
EAV	Entity-Attribute-Value (Datenmodell)
ECL	Expression Constraint Language (SNOMED CT)
eCRF	electronic Case Report Form
EHR	Electronic Health Records (deutsch: elektronische Patientenakten)
ELGA	Elektronische Gesundheitsakte (Nationale Plattform in Österreich)
ELSI	Ethical, legal and social implications
ePA	elektronische Patientenakte
epSOS	European Patient Smart Open Services
ER-Model	Entity-Relationship-Model
ETL	Extract, Transfer and Load
FAIR	findability, accessibility, interoperability and reusability
FHIR	siehe HL7 FHIR
FOL	First Order Logic (siehe PL1)
FORGE	FHIR-Profil-Editor
GALEN	General Architecture for Languages, Encyclopedias and Nomenclatures in Medicine (Europäisches Projekt zu medizinischen Ontologien in den Neunziger Jahren)
GCI	General Concept Inclusion
GECCO	German Corona Consensus (Datensatz-Beschreibung)
gematik	Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
GMDS	Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (früher: Gesellschaft für Medizinische Dokumentation und Statistik)
hih	health innovation hub
HL7	Health Level 7
HL7 CDA	HL7 Clinical Document Architecture
HL7 FHIR	HL7 Fast Healthcare Interoperability Ressources
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protokoll
ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
ICD-10	10. Revision der ICD (aktuell gültig mit den Varianten ICD-10-WHO sowie ICD-10-GM (German Modification))



---

ICD-11	11. Revision der ICD (von der WHO freigegeben, aber noch nicht national gültig)
ICD-O	International Classification of Diseases for Oncology
IDMP	Identification of Medicinal Products
ISiK	Informationstechnische Systeme im Krankenhaus
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IHE	Integrating the Healthcare Enterprise
IHE SVCM	IHE-Profil „Sharing Value Sets, Codes, and Maps“
IHE XDS	IHE-Profil „Cross-Enterprise Document Sharing“
IHTSDO	International Health Terminology Standards Development Organisation
ISO	International Organization for Standardization
JDBC	Java Database Connectivity
JSON	JavaScript Object Notation
KBV	Kassenärztliche Bundesvereinigung
KDS	Kerndatensatz (siehe MII)
KI	Künstliche Intelligenz
KAS	Klinisches Arbeitsplatzsystem
KIS	Krankenhausinformationssystem
LOINC	Logical Observation Identifier Names and Codes
MDR	Metadaten-Repository
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
MedDRA	Medical Dictionary for Regulatory Activities
MeSH	Medical Subject Headings
MII	Medizininformatik-Initiative (BMBF-Projekt)
MIOs	Medizinische Informationsobjekte (siehe KBV)
ML	Machine Learning
MLLP	Minimum Lower Layer Protocol
MRCM	Machine Readable Concept Model (SNOMED CT)
MST	Minimal Standard Terminology (für die Gastroenterologie)
NFDI	Nationale Forschungsdateninfrastruktur (DFG-Projekt)
NHS	National Health Service, UK
NLM	National Library of Medicine, USA
NLP	Natural Language Processing
NRC	National Release Center
NUM	Netzwerk Universitätsmedizin (BMBF-Projekt)
OBDA	Ontology-Based Data Access
ODM	Operational Data Model (CDISC)
OHDSI	Observational Health Data Sciences and Informatics
OID	Object Identifier
OLAP	Online Analytical Processing
OLTP	Online Transaction Processing

OMICs	Biologische Disziplinen mit Suffix „-omics“ wie Genomics, Proteomics, Metabolomics, Transcriptomics, usw.
OMG	Object Management Group
OMOP CDM	Observational Medical Outcomes Partnership (OMOP) Common Data Model (CDM)
openEHR	open Electronic Health Records
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
OWA	Open World Assumption
OWL	Web Ontology Language (gesprochen wie „Eule“ in englischer Sprache)
OWL 2 EL	OWL, 2nd Edition, Dialekt „EL“ (DL focused around existential restrictions)
OWL DL	OWL Description Language (with maximum expressiveness)
PCE	Postcoordinated Expression
PDSG	Patientendatenschutzgesetz
PL1	Prädikatenlogik erster Stufe
RDBMS	Relational Database Management System
RDF	Resource Description Format
RDFS	RDF Schema
REST	Representational State Transfer
RIF	Rule Interchange Format
RIM	Reference Information Model (i. Allg. im Zusammenhang mit HL7 V3)
RxNorm	Catalog of the standard names given to clinical drugs and drug delivery devices (USA)
SCOS	Simple Knowledge Organization System
SDO	Standards Development Organization
SEP	Structure-Entire-Part (zur Modellierung anatomischer Konzepte in SNOMED CT)
SGB V	Sozialgesetzbuch, fünftes Buch (Gesetzliche Krankenversicherung)
Simplifier	FHIR-Registry
SNOP	Systematized Nomenclature of Pathology
SNOMED	Systematized Nomenclature of Medicine (diese Akronym-Lesart wird im Zusammenhang mit SNOMED CT nicht mehr verwendet)
SNOMED CT	SNOMED Clinical Terms (statt „Nomenclature“ wird die Zuschreibung „Reference Terminology“ bevorzugt)
SNOMED RT	Systematized Nomenclature of Medicine Reference Terminology (Version von SNOMED beim CAP, USA vor der Fusion mit den „Clinical Terms“ beim NHS, UK)
SOAP	Simple Object Access Protocol
SPARQL	SPARQL Protocol and RDF Query Language
SQL	Structured Query Language (siehe RDBMS)

---

TMF	Technologie- und Methodenplattform für die vernetzte medizinische Forschung
UCUM	Unified Code for Units of Measure
UML	Unified Modeling Language
UMLS	Unified Medical Language System
URI	Uniform Resource Identifier
W3C	World Wide Web Consortium
WBS	Wissensbasierte Systeme
WHO	World Health Organization
xDT	Austauschformate für ambulante Praxiscomputersysteme wie ADT (Abrechnungsdatenträger) oder LDT (Labordatenträger)
XML	eXtensible Markup Language

---

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Definition des Konzeptes „Acute bronchitis caused by SARS-CoV-2“	2
Abb. 1.2	Synonyme Beschreibungen des SNOMED CT-Konzeptes „138389411000119105“	3
Abb. 1.3	Standardisierte Informationsmodelle für die COVID-19-Forschung [98]	12
Abb. 1.4	Standardisierte Vokabularien (hier: SNOMED CT) für die COVID-19-Forschung [98]	13
Abb. 1.5	ECL-basierte Anfrage von Konzepten im SNOMED CT-Browser [479]	15
Abb. 1.6	MU-Programm: Nebeneffekte, Einflussfaktoren und Verbesserungsansätze [99]	16
Abb. 1.7	Einsatzszenarien von SNOMED CT im Gesundheitswesen (siehe [74], S. 42)	18
Abb. 2.1	Aussagenmodell der multiaxialen Version „SNOMED II“	24
Abb. 2.2	Äquivalenz, Redundanz und Konsistenz von SNOMED-III-Konzeptausdrücken	25
Abb. 2.3	Formale Konzeptausdrücke bei Verwendung expliziter Relationen	26
Abb. 3.1	Digitale versus elektronische Patientenakte	32
Abb. 3.2	Abgrenzung von Daten, Informationen und Wissen, abgewandelt aus [37], S. 4	33
Abb. 3.3	Ziele und Typen medizinischer Dokumentation	36
Abb. 3.4	Freitextliche, strukturierte und standardisierte Dokumentation	39
Abb. 3.5	Archetype „Körpertemperatur“ (siehe Clinical Knowledge Manager (CKM) [364])	40
Abb. 3.6	Von der Beobachtung über die Dokumentation und Aufbereitung zur Erkenntnis	41
Abb. 3.7	Erweitertes semiotisches Dreieck zur Abbildung von Syntax, Semantik und Pragmatik	44

Abb. 3.8	Kompositionelle Bedeutung eines fachsprachlich formulierten Satzes . . . . .	46
Abb. 3.9	Duden (definitorisches Wissen) und Pschyrembel (inklusive kontingenten Wissens) . . . . .	58
Abb. 3.10	Generische Abstraktionshierarchie (Taxonomie, Subsumptions- oder isA-Hierarchie) . . . . .	71
Abb. 3.11	Partitive Bestandshierarchie (Partonomie) . . . . .	76
Abb. 3.12	SEP-Modell zur Repräsentation anatomischer Konzepte, angelehnt an [273]. . . . .	78
Abb. 3.13	Zusammenspiel von Taxonomie und Partonomie [588]. . . . .	80
Abb. 3.14	Vermengung von generischer und partitiver Relation in MeSH. . . . .	81
Abb. 3.15	Kombination taxonomischer und sequenzieller Relationen. . . . .	83
Abb. 3.16	Ausdrucksstärke kompositioneller Terminologien. . . . .	83
Abb. 3.17	Ontologiebasierte Terminologie und terminologische Dienste (modifiziert nach [446]) . . . . .	92
Abb. 3.18	MeSH-Heading „Parents“ mit Detailangaben und ausgewählter Tree Structure [353] . . . . .	94
Abb. 3.19	Aufbereitung des MeSH-Deskriptors „Parents“ auf der Konzeptebene [353] . . . . .	96
Abb. 3.20	Ausdrucksschwäche von statistischen Klassifikationen am Beispiel der ICD-10 . . . . .	104
Abb. 3.21	Vorteile einer eigenständigen Konzeptebene unterhalb der Klassenebene . . . . .	105
Abb. 3.22	Konzeptwissen im Sinne formaler Konzeptdefinitionen . . . . .	105
Abb. 3.23	Ausdruckspyramide mit Terminologien und Klassifikationen. . . . .	107
Abb. 3.24	Gastroenterologische „Minimal Standard Terminology“ (MST): Ausschnitt. . . . .	116
Abb. 3.25	Strukturierte Bild- und Befunddokumentation mit dem Clinic WinData-System [232] . . . . .	118
Abb. 3.26	Zweckneutrale und zweckgebundene Vokabular-Typen, angepasst nach [242]. . . . .	123
Abb. 3.27	Referenzterminologie zwischen Interface-Terminologie und Klassifikation. . . . .	125
Abb. 3.28	SNOMED CT als Interlingua für bilaterale Mappings [491] (Chapter 12 „Mapping“). . . . .	129
Abb. 4.1	Grammatik für Generierung und Analyse sprachlicher Ausdrücke . . . . .	141
Abb. 4.2	Tiefenstruktur (Ableitungsbaum) nach grammatikalischer Analyse . . . . .	142
Abb. 4.3	Über- und Untergenerierung einer Grammatik für natürliche Sprachen . . . . .	143
Abb. 4.4	Kaskadierte semiotische Dreiecke: vom Zeichen (Term, Code) zur Konzeptintension . . . . .	145

Abb. 4.5	Deduktive Schlussweise im Vergleich zur Induktion und Abduktion . . . . .	149
Abb. 4.6	Deduktiv-hypothetisches Modell der medizinischen Diagnostik. . . . .	151
Abb. 4.7	Die wesentlichen Bestandteile einer formalen Logik. . . . .	152
Abb. 4.8	Syntaktischer und semantischer Beweis einer Tautologie: einfaches Beispiel. . . . .	153
Abb. 4.9	Rückführung der semantischen Folgerung auf die syntaktische Herleitbarkeit . . . . .	154
Abb. 4.10	Grammatik zur syntaktischen Definition prädikatenlogischer Ausdrücke (Formeln) . . . . .	158
Abb. 4.11	Modelltheoretische Semantik prädikatenlogischer Ausdrücke (Formeln) . . . . .	159
Abb. 4.12	Tautologie, Erfüllbarkeit und Kontradiktion bei Formelauswertung . . .	163
Abb. 4.13	Tarski's World als Beispiel einer veränderbaren Modellwelt [25]. . . . .	164
Abb. 4.14	Von semantischen Netzen und Frames zu Beschreibungslogiken [13]. . . . .	167
Abb. 4.15	DL-basierte Wissensbasis mit T-Box und A-Box sowie Inferenzdiensten . . . . .	169
Abb. 4.16	Grammatik zur syntaktischen Definition beschreibungslogischer Konzeptausdrücke . . . . .	170
Abb. 4.17	DL-Wissensbasis mit T-Box und A-Box zum Thema „Diabetes-Risiko“. . . . .	173
Abb. 4.18	T-Box mit Beispiel-Ontologie „Heartdisease“, nach [15] . . . . .	186
Abb. 4.19	Protégé-Screenshot(s) mit Funktionen, angewendet auf die Ontologie „Heartdisease“. . . . .	187
Abb. 4.20	Darstellung von Role Groups im SNOMED CT-Browser [479] . . . . .	191
Abb. 4.21	Konzepthierarchie mit „Proximal Primitive Supertypes“ [465]. . . . .	194
Abb. 4.22	SNOMED CT-Beispiel für komplexe Rolleninklusionen [53]. . . . .	196
Abb. 4.23	SNOMED-CT-Beispiel für komplexe Rolleninklusionen; angelehnt an [470] . . . . .	197
Abb. 4.24	Gegenüberstellung von SNOMED CT-Logikprofil mit OWL-Profilen [53] . . . . .	200
Abb. 4.25	Medikation-Allergie-Mini-Beispiel mit SNOMED CT-Konzepten und codierten Daten . . . . .	201
Abb. 4.26	Einfaches DB-Modell mit Instanzdaten für das Medikation-Allergie-Mini-Beispiel . . . . .	202
Abb. 4.27	Prinzip des Ontology-Based Data Access (OBDA) . . . . .	203
Abb. 4.28	OBDA für Medikation-Allergie-Mini-Beispiel mittels Ontop-Plugin in Protégé. . . . .	204