



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der

(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/003069**

in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 001 876.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2018/054610**

(86) PCT-Anmeldetag: **22.06.2018**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.01.2019**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **24.12.2019**

(51) Int Cl.: **G06F 16/36 (2019.01)**

(30) Unionspriorität:

15/632,564 26.06.2017 US  
15/844,723 18.12.2017 US

(74) Vertreter:

Richardt Patentanwälte PartG mbB, 65185  
Wiesbaden, DE

(71) Anmelder:

**International Business Machines Corporation,  
Armonk, N.Y., US**

(72) Erfinder:

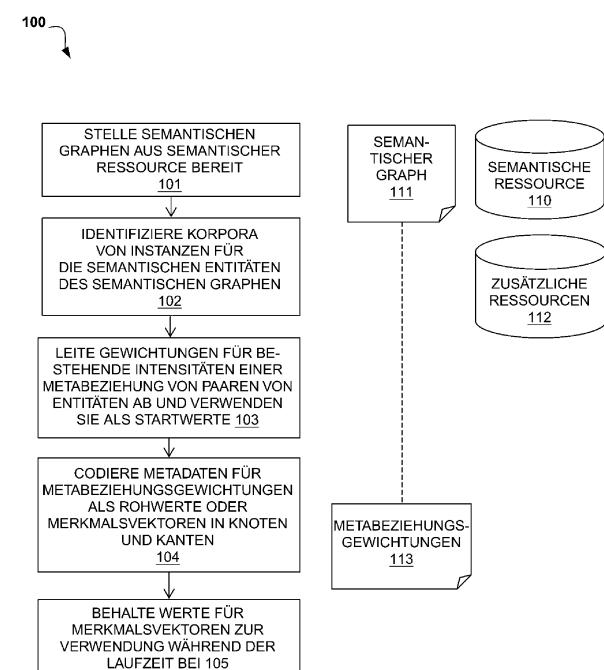
**Mohan, Aditya, Mulhuddart, IE; McAteer, Seamus,  
Mulhuddart, IE; McCloskey, Daniel, Mulhuddart,  
IE; Sogrin, Mikhail, Mulhuddart, IE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **ADAPTIVE BEURTEILUNG VON METABEZIEHUNGEN IN SEMANTISCHEN GRAPHEN**

(57) Zusammenfassung: Bereitgestellt werden ein Verfahren und System für eine adaptive Beurteilung von Metabeziehungen in semantischen Graphen. Das Verfahren beinhaltet ein Bereitstellen eines semantischen Graphen auf Grundlage einer Wissensdatenbank, in dem Konzepte in Gestalt von Graphenknoten durch semantische Beziehungen in Gestalt von Graphenkanten verknüpft sind. In den Kanten und Knoten des semantischen Graphen sind Metadaten von Gewichtungen zum Messen einer Metabeziehung codiert, wobei die Metabeziehung für die Konzepte des semantischen Graphen gilt und unabhängig von der semantischen Beziehung ist, die durch die Kanten des semantischen Graphen definiert ist. Für einen Eingabekontext, der sich auf ein oder mehrere Konzepte des semantischen Graphen bezieht, wird eine Graphenaktivierung durchgeführt, wobei die Gewichtungen auf ein Aktivierungsausbreitungssignal durch den semantischen Graphen angewendet werden, um für einen Teilsatz von Konzepten des semantischen Graphen einen Messwert der Metabeziehung zu erzeugen.



**Beschreibung****HINTERGRUND**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf semantische Graphen und im Besonderen auf eine adaptive Beurteilung von Metabeziehungen in semantischen Graphen.

**[0002]** Graphen von semantischen Konzepten und Beziehungen, die aus strukturiertem Wissen abgeleitet sind, sind eine extrem wertvolle Ressource für hochpräzise Systeme zur Verarbeitung natürlicher Sprache (Natural Language Processing, NLP).

**[0003]** Eine Ontologie wird in der Computerwissenschaft als eine „explizite Spezifikation einer gemeinsamen Konzeptualisierung“ definiert, wobei eine Konzeptualisierung in Bezug auf die Anforderungen für eine bestimmte Aufgabe eine Art von Teilsatz einer realen Semantik sein kann. Sie kann Konzepte oder Klassen eines Objekts, Objekteigenschaften und konzeptübergreifende Beziehungen sowie Instanzen hiervon in der Ziel-Domäne beinhalten. Solche strukturierten Ressourcen ermöglichen das gemeinsame Verwenden und Wiederverwenden von Domänenwissen und sind von unschätzbarem Wert für NLP-Anwendungen. Ein herausragendes Beispiel für eine solche Ressource ist das Unified Medical Language System (UMLS), das von der National Library of Medicine (NLM, 2013) bereitgestellt wird. Der Datensatz besteht aus einem umfangreichen Lexikon mit Millionen von Oberflächenformen von Instanzen in Verbindung mit einer Ontologie von Konzepten und konzeptübergreifenden Beziehungen aus der medizinischen Domäne.

**[0004]** Die Theorie der Aktivierungsausbreitung wurde zuerst in Zusammenhang mit einem abstrakten Modell eines menschlichen semantischen Gedächtnisses vorgeschlagen, um die Art und Weise, wie ein menschliches Gehirn die Semantik einer natürlichen Sprache verarbeiten und verstehen könnte, künstlich darzustellen. Dieses Modell wurde für Abrufaufgaben verbessert und diente als Anregung für die Forschung in vielen anderen verwandten Gebieten, darunter die kognitive Psychologie, die Neurowissenschaft und die Verarbeitung natürlicher Sprache.

**[0005]** Die Grundannahme der Aktivierungsausbreitung weist einen Zusammenhang mit jener des Konnektionismus in der künstlichen Intelligenz auf, die ähnliche Modelle für neuronale Netzwerke verwendet, um den Ausbreitungseffekt eines elektrischen Signals im menschlichen Gehirn darzustellen. Im Falle von neuronalen Netzwerken kann eine Ecke in dem Graphen für ein einzelnes Neuron stehen, und Kanten können für Synapsen stehen. Bei einem Informationsabruft und einer Disambiguierung der Wortbedeutung stehen Ecken im Allgemeinen für Wortbe-

deutungen, und Kanten stehen für eine Art von Beziehung zwischen diesen Bedeutungen, bei der es sich entweder um eine lexikalische oder semantische Verknüpfung handeln kann.

**[0006]** Eine Strategie der Aktivierungsausbreitung wird in der Publikation „Using Spreading Activation to Evaluate and Improve Ontologies“ von Ronan Mac an tSaoir, Proceedings of COLING 2014, 25. International Conference on Computation Linguistics: Technical Papers, S. 2237-2248, Dublin, Irland, 23.-29. August 2014, beschrieben. Diese Methode beinhaltet ein Verarbeiten eines Textdokuments und ein Aktivieren von Knoten in dem semantischen Graphen während ihrer Erkennung, indem ein Signal von diesen Knoten verbreitet wird, das sich dann durch den Graphen ausbreitet und sich unter Umständen in anderen Knoten, die nicht in dem Text vorgekommen sind, akkumuliert.

**[0007]** Es gibt verschiedene unterschiedliche Umsetzungen dieser grundlegenden Idee, wobei jedoch eine von IBM® Galaxy (IBM® und Galaxy sind Marken der International Business Machines Corporation) umgesetzte Idee für den Zweck einer Disambiguierung der Wortbedeutung und einer Inferenz der Wortbedeutung von Nutzen ist.

**[0008]** In der NLP gibt es verschiedene Gebiete, die Phänomene in Zusammenhang mit Beziehungen zwischen Entitäten analysieren. Beispiele für solche Gebiete beinhalten: Sentiment-Analyse, Bias-Erkennung, georäumliche Inferenz, Kontextrelevanz und Risikobeurteilung. In den Verfahren des Stands der Technik wird ein präzises Scoring solcher Phänomene über Entitäten hinweg benötigt, und eine verbesserte Analyse solcher Phänomene ist erforderlich.

**KU RZDARSTELLUNG**

**[0009]** Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein durch einen Computer realisiertes Verfahren für eine adaptive Beurteilung von Metabeziehungen in semantischen Graphen bereitgestellt, aufweisend: Bereitstellen eines semantischen Graphen auf Grundlage einer Wissensdatenbank, in dem Konzepte in Gestalt von Graphenknoten durch semantische Beziehungen in Gestalt von Graphenkanten verknüpft sind; Codieren von Gewichtungen zum Messen einer Metabeziehung in Metadaten der Kanten und Knoten des semantischen Graphen, wobei die Metabeziehung für die Konzepte des semantischen Graphen gilt und unabhängig von der semantischen Beziehung ist, die durch die Kanten des semantischen Graphen definiert ist; und Durchführen einer Graphenaktivierung für einen Eingabekontext, der sich auf ein oder mehrere Konzepte des semantischen Graphen bezieht, wobei die Gewichtungen auf ein Aktivierungsausbreitungssignal durch den semantischen Graphen angewendet werden, um für ei-

nen Teilsatz von Konzepten des semantischen Graphen einen Messwert der Metabeziehung zu erzeugen.

**[0010]** Das beschriebene Verfahren stellt den Vorteil eines Scorings einer Metabeziehung über in einem Teilsatz eines semantischen Graphen definierte Konzepte hinweg unter Verwendung einer Graphenaktivierung bereit. Die codierten Gewichtungen für die Metadatenbeziehung können für Konzepte eines Eingabekontextes aktiviert werden, um ein komplexes Scoring und eine komplexe Analyse der Metadatenbeziehung von miteinander in Zusammenhang stehenden Entitäten zu ermöglichen.

**[0011]** Ein Durchführen einer Graphenaktivierung für einen Eingabekontext kann beinhalten: ein Erkennen von Instanzen der Konzepte in dem Eingabekontext und ein Aktivieren von Knoten, die den Konzepten entsprechen, in dem semantischen Graphen, ein Leiten eines Signals nach außen zu benachbarten Knoten, wodurch diese der Reihe nach aktiviert werden, während die Gewichtungen auf das Signal angewendet werden, und ein Ermitteln von einem oder mehreren Fokusknoten mit den höchsten resultierenden Aktivierungssignalen. Das Verfahren kann einen resultierenden aktivierte Teil des semantischen Graphen ausgeben, der für den Messwert der Metabeziehung in dem Eingabekontext steht. Dies stellt einen Vorteil eines Scorings der Metabeziehung zwischen Instanzen der Konzepte des Eingabekontextes bereit.

**[0012]** Das Verfahren kann als Startwert des Graphen Gewichtungen für Messwerte einer Metabeziehung verwenden, die aus einem Satz von Ressourcen erhalten werden, die unabhängig von der Wissensdatenbank sind, welche die Grundlage des semantischen Graphen bildet. Hierdurch können die Gewichtungen für eine bestimmte Anwendung codiert werden. Der semantische Graph kann als eine Grundlage verwendet werden, über die Messwerte einer Metabeziehung gelegt werden können.

**[0013]** Die Gewichtungen können mehrdimensionale Messwerte für verschiedene Aspekte der Metabeziehung und/oder für Polaritäten der Metabeziehung angeben. Eine Metabeziehung kann verschiedene Aspekte aufweisen, die gemessen und als Dimensionen in den Gewichtungen codiert werden können. Die Gewichtungen können außerdem Polaritäten aufweisen, so dass positive und negative Werte enthalten sein können.

**[0014]** Bei einer Ausführungsform können die Gewichtungen Rohwerte sein, die aus dem Satz von Ressourcen erhalten werden, und können als Reaktion auf Hinzufügungen zu dem Satz von Ressourcen aktualisiert werden, wobei die Rohwerte während der Graphenaktivierung angewendet werden.

**[0015]** Bei einer weiteren Ausführungsform können die Gewichtungen Merkmalsvektoren sein, die als Reaktion auf Laufzeiteingaben für die Knoten für Instanzen der Konzepte eines Eingabekontextes berechnet werden können. Dies bietet den Vorteil einer Laufzeitanpassung der Gewichtungen auf Grundlage der Eingaben für den momentan mit einem Score versehenen Eingabekontext. Die Merkmalsvektoren können Relevanzfaktoren beinhalten, die auf die Laufzeiteingaben für die Knoten anzuwenden sind, und die Relevanzfaktoren können für verschiedene Knoten unterschiedlich sein.

**[0016]** Zusätzlich zu den Metadatenbeziehungsmerkmalen können die Merkmalsvektoren außerdem semantische und/oder lexikalische Merkmale für Instanzen der Konzepte in dem Eingabekontext beinhalten. Hierdurch können die semantischen Beziehungen des semantischen Graphen in die Analyse einbezogen werden. Alternativ können sich die Merkmalsvektoren ausschließlich auf die Metabeziehung beziehen.

**[0017]** Die Merkmalsvektoren können unter Verwendung von statistischen Methoden Konfidenz-Scores für die Gewichtungen und eine Aggregation von Metabeziehungsmesswerten definieren.

**[0018]** Die Metabeziehung kann sich auf ein Phänomen in Gestalt eines aus der folgenden Gruppe beziehen: Sentiment-Analyse, Bias-Beurteilung, Bias bei der prädiktiven Analyse, Abfrageerweiterung unter Verwendung eines Informationsabrufs, Risikobeurteilung, georäumliche Inferenz sowie Eignung einer Behandlung, Verwendung oder Handhabung wie z.B. ein Abgleichen von klinischen Studien. Diese Phänomene können universell für sämtliche Konzepte des semantischen Graphen gelten.

**[0019]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein durch einen Computer realisiertes System für eine adaptive Beurteilung von Metabeziehungen in semantischen Graphen bereitgestellt, aufweisend: einen Prozessor und einen Arbeitsspeicher, der konfiguriert ist, um dem Prozessor Computerprogrammbefehle zum Ausführen der Funktion der Komponenten bereitzustellen; eine semantische Graphenkomponente zum Bereitstellen eines semantischen Graphen auf Grundlage einer Wissensdatenbank, in dem Konzepte in Gestalt von Graphenknoten durch semantische Beziehungen in Gestalt von Graphenkanten verknüpft sind; eine Metabeziehungskomponente zum Codieren von Gewichtungen zum Messen einer Metabeziehung in Metadaten der Kanten und Knoten des semantischen Graphen, wobei die Metabeziehung für die Konzepte des semantischen Graphen gilt und unabhängig von der semantischen Beziehung ist, die durch die Kanten des semantischen Graphen definiert ist; und eine Laufzeitkomponente zum Durchführen einer Gra-

phenaktivierung für einen Eingabekontext, der sich auf ein oder mehrere Konzepte des semantischen Graphen bezieht, wobei die Gewichtungen auf ein Aktivierungsausbreitungssignal durch den semantischen Graphen angewendet werden, um für einen Teilsatz von Konzepten des semantischen Graphen einen Messwert der Metabeziehung zu erzeugen.

**[0020]** Das System kann den Vorteil eines Ermöglichens eines Codierens von Metabeziehungsgewichtungen bereitstellen, die automatisch auf einen Eingabekontext angewendet werden können, der ein komplexes Scoring der Metabeziehung für Konzepte des Eingabekontextes bereitstellt.

**[0021]** Die Laufzeitkomponente kann beinhalten: eine Konzepterkennungskomponente zum Feststellen von Instanzen der Konzepte in dem Eingabekontext; und eine Graphenaktivierungskomponente zum Aktivieren von Knoten, die den Konzepten entsprechen, in dem semantischen Graphen, zum Leiten eines Signals nach außen zu benachbarten Knoten, wodurch diese der Reihe nach aktiviert werden, während die Gewichtungen auf das Signal angewendet werden, und zum Ermitteln von einem oder mehreren Fokusknoten mit den höchsten resultierenden Aktivierungssignalen.

**[0022]** Das System kann eine Ausgabekomponente zum Ausgeben eines resultierenden aktivierten Teils des semantischen Graphen beinhalten, der für den Messwert der Metabeziehung in dem Eingabekontext steht. Die Ausgabekomponente kann eine Umgebungskontextkomponente zum Ausgeben eines aktivierten Teilgraphen beinhalten, wobei die Aktivierungsgewichtungen von Knoten und Kanten für den Messwert der Metabeziehung stehen.

**[0023]** Das System kann eine Gewichtungshinzufügungskomponente beinhalten, um als Startwert des Graphen Gewichtungen für Messwerte einer Metabeziehung zu verwenden, die aus einem Satz von Ressourcen erhalten werden, die unabhängig von der Wissensdatenbank sind, welche die Grundlage des semantischen Graphen bildet. Das System kann des Weiteren eine Gewichtungsaktualisierungskomponente zum Aktualisieren der Gewichtungen als Reaktion auf Hinzufügungen zu dem Satz von Ressourcen oder Eingabekontexten beinhalten.

**[0024]** Das System kann in Systeme zum Messen einer Metabeziehung eingebettet werden, die sich auf ein Phänomen in Gestalt eines aus der folgenden Gruppe bezieht: Sentiment-Analyse, Bias-Beurteilung, Bias bei der prädiktiven Analyse, Abfrageerweiterung unter Verwendung eines Informationsabrufs, Risikobeurteilung, georäumliche Inferenz sowie Eignung einer Behandlung, Verwendung oder Handhabung wie z.B. ein Abgleichen von klinischen Studien.

**[0025]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Computerprogrammprodukt für eine adaptive Beurteilung von Metabeziehungen in semantischen Graphen bereitgestellt, wobei das Computerprogrammprodukt ein durch einen Computer lesbares Speichermedium mit darauf enthaltenen Programmbefehlen aufweist, wobei die Programmbefehle durch einen Prozessor ausführbar sind, um den Prozessor zu veranlassen: einen semantischen Graphen auf Grundlage einer Wissensdatenbank bereitzustellen, in dem Konzepte in Gestalt von Graphenknoten durch semantische Beziehungen in Gestalt von Graphenkanten verknüpft sind; in Metadaten der Kanten und Knoten des semantischen Graphen Gewichtungen zum Messen einer Metabeziehung zu codieren, wobei die Metabeziehung für die Konzepte des semantischen Graphen gilt und unabhängig von der semantischen Beziehung ist, die durch die Kanten des semantischen Graphen definiert ist; und eine Graphenaktivierung für einen Eingabekontext durchzuführen, der sich auf ein oder mehrere Konzepte des semantischen Graphen bezieht, wobei die Gewichtungen auf ein Aktivierungsausbreitungssignal durch den semantischen Graphen angewendet werden, um für einen Teilsatz von Konzepten des semantischen Graphen einen Messwert der Metabeziehung zu erzeugen.

#### Figurenliste

**[0026]** Der als die Erfindung angesehene Erfindungsgegenstand wird in den Ansprüchen am Ende der Patentschrift konkret aufgezeigt und eindeutig beansprucht. Aufbau und Funktionsweise der Erfindung sowie deren Ziele, Merkmale und Vorteile lassen sich am besten mit Blick auf die folgende ausführliche Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen verstehen.

**[0027]** Unter Bezug auf die folgenden Zeichnungen werden hier bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben, die lediglich als Beispiel zu verstehen sind, wobei:

**Fig. 1A** ein Ablaufplan einer Beispielausführungsform eines Aspekts eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung ist;

**Fig. 1B** ein Ablaufplan einer Beispielausführungsform eines weiteren Aspekts eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung ist;

**Fig. 2** ein Blockschaubild einer Beispielausführungsform eines Systems gemäß der vorliegenden Erfindung ist;

**Fig. 3** eine schematische Darstellung ist, die eine erste Beispielausführungsform eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

die **Fig. 4A** und **Fig. 4B** schematische Darstellungen sind, die eine zweite Beispielausfüh-

rungsform eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulichen;

**Fig. 5** ein Blockschaubild einer Ausführungsform eines Computersystems oder Cloud-Servers ist, in dem die vorliegende Erfindung realisiert sein kann;

**Fig. 6** ein Blockschaubild einer Cloud-Computing-Umgebung ist, in der die vorliegende Erfindung realisiert sein kann; und

**Fig. 7** ein Blockschaubild von Abstraktionsmodellschichten einer Cloud-Computing-Umgebung ist, in der die vorliegende Erfindung realisiert sein kann.

**[0028]** Es dürfte offensichtlich sein, dass aus Gründen der Einfachheit und Klarheit der Darstellung die in den Figuren gezeigten Elemente nicht notwendigerweise maßstabsgerecht gezeichnet wurden. Zum Beispiel können aus Gründen der Klarheit die Abmessungen einiger Elemente relativ zu anderen Elementen übertrieben dargestellt sein. Wo dies als angemessen betrachtet wurde, können des Weiteren Bezugszeichen in den Figuren wiederholt werden, um entsprechende oder analoge Merkmale anzugeben.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0029]** Das beschriebene Verfahren quantifiziert die Intensität einer „Metabeziehung“ eines Phänomens zwischen Entitäten in einer Domäne unter Verwendung einer Aktivierungsausbreitung in einem semantischen Graphen während einer Verarbeitung natürlicher Sprache. Die Besonderheiten der Metabeziehung und wie das Ausbreitungssignal einen Messwert der Intensität dieses Phänomens erzeugen soll, sind in Graphenmetadaten codiert und ändern sich entsprechend der Art der Aufgabe und der betreffenden Domäne.

**[0030]** Die Metabeziehung beschreibt ein Phänomen in Form eines Attributs oder einer Eigenschaft, das bzw. die universell auf Entitäten in dem Graphen zutrifft. Die Intensität des Phänomens kann als Startwert in einem semantischen Graphen dienen und unter Verwendung einer Graphenaktivierung wie z.B. einer Aktivierungsausbreitung adaptiv gemessen werden, wenn zusätzliche Eingaberessourcen verfügbar sind.

**[0031]** Dies stellt eine technische Lösung für das Problem eines Scorings eines Phänomens über Entitäten hinweg in einem Eingabekontext für eine Domäne bereit. Die Lösung verwendet eine Graphenaktivierung eines semantischen Graphen, die ein komplexes Scoring und eine komplexe Messung zwischen Entitäten ermöglicht.

**[0032]** Der Begriff „Metabeziehung“ dient zur Beschreibung einer Beziehung auf Metaebene oder ei-

ner universellen Beziehung, die sich auf ein Phänomen bezieht, das auf die Entitäten zutrifft. Dabei wird „Meta“ als auf einer höheren Ebene befindlich und als unabhängig von den bestehenden semantischen Beziehungen des Graphen verstanden. Die Metabeziehung wird über die bestehende Semantik eines bestimmten Graphen gelegt.

**[0033]** Die Metabeziehung ist nicht Teil des anfänglichen semantischen Graphen und steht nicht notwendigerweise mit der Beziehung zwischen Entitäten in Zusammenhang, die durch die Kanten in dem Graphen dargestellt wird. Obwohl ein semantischer Graph eine Kante für eine semantische Relevanz wie „hat geschrieben“ zwischen zwei Knoten oder Konzepten wie „Verfasser“ und „Artikel“ enthalten kann, zielt das beschriebene Verfahren nicht auf die Art oder Bedeutung dieser spezifischen semantischen Beziehung ab. Vielmehr nutzt es diese Struktur, um einen auf einer höheren Ebene befindlichen Metakontext eines Phänomens, eines Attributs oder einer Eigenschaft wie z. B. „Sentiment“, „Bias“, „georäumliche Relevanz“ oder „Risikoexposition“ zu quantifizieren, der generell oder universell, jedoch mit unterschiedlichen Intensitäten, auf die Entitäten in dem Graphen zutreffen kann.

**[0034]** Die herkömmliche Begrifflichkeit für semantische Graphen spricht von Graphenknoten und -kanten in Zusammenhang mit semantischen Beziehungen zwischen Konzepten, wobei es sich um die primäre Funktion von semantischen Graphen bei der Verarbeitung natürlicher Sprache handelt. Das beschriebene Verfahren legt hierüber Gewichtungen eines zusätzlichen Aspekts oder Phänomens, die gemessen werden können. Dieses zusätzliche Phänomen ist nicht auf die Besonderheiten einzelner verknüpfter Paare von Knoten beschränkt.

**[0035]** Als Startwert eines semantischen Graphen werden Messwerte einer Intensität der Metabeziehungen aus Kontexten verwendet, wobei zusätzliche Ressourcen neben denjenigen zum Bereitstellen des ursprünglichen semantischen Graphen verwendet werden, um während einer Verarbeitung natürlicher Sprache eine Analyse eines Gegenstands der Metabeziehung zu ermöglichen.

**[0036]** Metabeziehungen werden offenbart und ihnen wird eine Intensität zugewiesen, indem die in einem Graphen gespeicherten Informationen verarbeitet werden. Die Erweiterung auf Metabeziehungen zusätzlich zu bestehenden Beziehungen in dem semantischen Graphen erfordert eine zweite Datenbank mit zusätzlichen Ressourcen neben einer ersten Datenbank von Quellen, die als Grundlage des semantischen Graphen dient.

**[0037]** Die standardmäßige Interpretation eines semantischen Graphen wird durch das beschriebene

Verfahren mit einer beliebigen Anzahl von verschiedenen universellen Phänomenen ergänzt, die durch die Metabeziehungen dargestellt werden und die von Grund auf verändern, wie eben diese semantischen Graphen bei einer Verarbeitung natürlicher Sprache verwendet werden können. Wenn ein Benutzer üblicherweise ein Signal durch einen beliebigen semantischen Graphen schickt, geht er davon aus, dass er aus den Gewichtungen erkennen kann, wie eng Elemente in semantischer Hinsicht miteinander verwandt sind. Dies wird dahingehend abgeändert, dass eine beliebige, in einem Kontext bevorzugte Metabeziehung dargestellt wird. Dabei kann es sich darum handeln, „wie geografisch nah Elemente beieinander liegen“ oder „wie ausgeprägt das Bias ist, das Elemente in Bezug aufeinander aufweisen“ usw.

**[0038]** Die Aktivierungsausbreitung wird bereits genutzt, um die Stärke einer semantischen Beziehung zwischen Entitäten zu quantifizieren. Das beschriebene Verfahren erweitert dies, um unter Verwendung der Intensität einer Metabeziehung ein Phänomen zu quantifizieren, das über eine einfache Kontextrelevanz hinausgeht.

**[0039]** Ein semantischer Graph kann auf der Knoten- und Kantenebene angepasst werden, wobei dies durch ein Zuschreiben von Gewichtungsmodifikatoren zu bestimmten Knoten- und Kantenarten oder durch ein Ändern von Ausgangsgewichtungen für bestimmte Knoten erfolgen kann. Das beschriebene Verfahren stellt eine an die Domäne angepasste Aktivierungsausbreitung der Graphenstruktur und des Inhalts in Bezug auf höhere Kontextebenen bereit. Aus der Kenntnis einer Metabeziehung eines Phänomens oder Kontextes wie z.B. einer Korpusrelevanz, eines Bias oder einer Risikoexposition ergeben sich verschiedene Erwägungen und Konsequenzen für die Verarbeitung natürlicher Sprache.

**[0040]** Innerhalb der Domäne der Verarbeitung natürlicher Sprache gibt es viele Themen, die sich mit einem Erkennen des Intensitätsgrads eines bestimmten linguistischen Phänomens oder einem Quantifizieren einer bestimmten Eigenschaft eines Analysegegenstands beschäftigen. Das beschriebene Verfahren stellt eine Methode bereit, die auf viele solcher Aufgaben angewendet werden kann, um Umgebungsdarstellungen eben dieser Quantitäten oder Phänomene zu erzeugen. Eine Umgebungsdarstellung eines Phänomens wie Bias oder geografische Relevanz ist im Wesentlichen ein aktiverter Teilgraph, bei dem die Aktivierungsgewichtungen von Knoten und Kanten für den Intensitätsgrad des Phänomens stehen. Der Begriff „Umgebung“ steht hier für die Netzwerk- oder netzartige Struktur der Darstellung.

**[0041]** Beschrieben werden Beispieldurchführungsformen in den folgenden spezifischen Gebieten der Ver-

arbeitung natürlicher Sprache: Sentiment-Analyse, Bias-Erkennung, georäumliche Inferenz, Kontextrelevanz und Risikobeurteilung.

**[0042]** Mit Blick auf **Fig. 1A** zeigt ein Ablaufplan **100** eine Beispieldurchführungsform eines Aspekts des beschriebenen Verfahrens eines Anwendens von Metabeziehungen für Phänomene auf semantische Graphen für eine adaptive Beurteilung unter Verwendung einer Graphenaktivierung.

**[0043]** Für eine semantische Ressource oder für semantische Ressourcen **110**, die eine Wissensdatenbank bereitstellt bzw. bereitstellen, wird ein semantischer Graph **111** bereitgestellt **101**, der erstellt werden oder ein bestehender Graph sein kann. Ressourcen hierfür können Analyserahmen, Ontologien, ein gemeinsames Vorkommen von NER-Daten (Named Entity Recognition, Erkennung von benannten Entitäten) usw. sein. Bei diesem beschriebenen Verfahren kann der semantische Graph **111** ein bestehender, vordefinierter Graph sein, der durch das beschriebene Verfahren verwendet werden kann, in welchem Falle es nicht notwendig ist, erneut auf die ursprünglichen Ressourcen **110** zurückzugreifen.

**[0044]** Das Verfahren ist nicht spezifisch für eine bestimmte Art von natürlichsprachlicher Text- oder Domänenterminologie. Der hier verwendete semantische Graph kann aus jeder natürlichsprachlichen Quelle abgeleitet werden, auf die eine Erkennung von benannten Entitäten (Named Entity Recognition, NER) und natürlichsprachliche Parser angewendet werden können.

**[0045]** Das Verfahren kann Korpora von Instanzen in Gestalt von zusätzlichen Ressourcen **112** identifizieren **102**, die als Referenz für das relevante Phänomen verwendet werden sollen. Für ein bestimmtes Phänomen, bei dem die Intensität unter Verwendung von Metabeziehungen gemessen werden soll, werden Beispiele in Gestalt von zusätzlichen Ressourcen **112** verwendet, die als Grundlage für die anfänglichen Metadaten für die Graphenaktivierung dienen sollen. Die zusätzlichen Ressourcen **11** verweisen auf die Entitäten des semantischen Graphen **111** innerhalb des Kontextes des relevanten Phänomens.

**[0046]** Das Verfahren kann Gewichtungen für Metabeziehungen einer bestehenden Intensität und/oder Polarität zwischen allen Paaren von Entitäten ableiten **103**, die für das als Ziel der NLP-Aufgabe dienende Phänomen stehen, wobei diese als Startwerte verwendet werden können. Dies kann anhand einer früheren Analyse des Ziels wie z.B. anhand von Daten einer Sentiment-Analyse oder einer Bias-Erkennung, geografischen Entfernungsdaten, IR-Statistikdaten (Information Retrieval, Informationsabruft), Scores des Risikofaktors usw. bereitgestellt werden. Das Verfahren nutzt Hintergrundwissen, um den se-

mantischen Graphen entsprechend der Aufgabe und Domäne zu gewichten.

**[0047]** Das Verfahren kann Metabeziehungsgewichtungen **113** als fest codierte Rohwerte oder als Merkmalsvektoren in Metadaten codieren **104**. Knoten- und Kantengewichtungen sind eine Funktion von Eingabedatenmerkmalen und können für eine spätere Berechnung als ein Rohwert oder als ein Merkmalsvektor gespeichert werden.

**[0048]** Metadatenwerte oder Merkmalsvektoren für frühere Realisierungen eines semantischen Graphen sind üblicherweise ein einziger positiver Wert, der für die Akkumulation eines Ausbreitungssignals in Knoten oder Kanten in dem Graphen steht. Bei dem beschriebenen Verfahren besitzen die bereitgestellten Gewichtungen eine neue Bedeutung in Bezug auf die aktuell beurteilte Metabeziehung.

**[0049]** Ein Merkmalsvektor ist ein n-dimensionaler Vektor von numerischen Merkmalen, die für ein Objekt stehen. Merkmalsvektoren entsprechen den Vektoren von erklärenden Variablen, die in statistischen Verfahrensweisen zum Einsatz kommen. Merkmalsvektoren werden häufig unter Verwendung eines Skalarprodukts mit Gewichtungen kombiniert, um eine lineare Prädiktorfunktion zu erzeugen, mit der ein Score für eine Prognoseerstellung ermittelt wird.

**[0050]** Merkmalsvektoren können Folgendes beinhalten, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein:

- i. semantische und lexikalische Merkmale von Instanzen des Konzepts in dem Korpus;
- ii. eine Intensität der Metabeziehung, die das primäre Ziel der Aufgabe ist; diese kann auch mehrdimensional sein, wie dies zum Beispiel bei einem Bias oder Sentiment der Fall ist, die polarisiert sein können;
- iii. Konfidenz-Scores für alle oben genannten Faktoren; und
- iv. Aggregationen von Relevanz- und Intensitätsmesswerten unter Verwendung von statistischen Methoden wie einer logistischen Regression für den betreffenden Vektor.

**[0051]** Die Intensität der Metabeziehung in den Merkmalsvektoren kann Laufzeiteingaben für die Knoten verwenden, die mit fest codierten Relevanzfaktoren kombiniert werden können. Diese können für jeden Knoten oder jede Knotenart verschieden sein.

**[0052]** Beziehungen im Sinn von physischen Verknüpfungen zwischen Knoten werden nicht geändert. Vielmehr kommt die Metabeziehung in dem numerischen Wert der Aktivierungsgewichtung und dem Vorzeichen des Werts (+/-) zum Ausdruck. Eine Kennzeichnung der Metabeziehung (z.B. Bias oder

Risikoexposition) ist nicht innerhalb des Graphen in Knoten oder Kanten codiert. Der Unterschied besteht darin, dass die Signalintensität nach einer Aktivierungsausbreitung eine neue Bedeutung hat.

**[0053]** Indem die Rohwerte oder Merkmalsvektoren zur Verwendung während der Laufzeit beibehalten **105** werden, ermöglicht das Verfahren auch die optionale Anpassung von Graphengewichtungen entsprechend der Art künftiger Eingaben in das System.

**[0054]** Das Verfahren erfordert unabhängig von der Absicht keine erhebliche Anpassung, sei es Sentiment-Analyse, Erkennung einer voreingenommenen Meinung, georäumliche Relevanz, semantische Relevanz, Risikoexposition usw.

**[0055]** Mit Blick auf **Fig. 1B** zeigt ein Ablaufplan **150** eine Beispielausführungsform eines weiteren Aspekts des beschriebenen Verfahrens einer adaptiven Beurteilung von Metabeziehungen für Phänomene unter Verwendung einer Graphenaktivierung.

**[0056]** Wenn unbekannter Text in Gestalt eines Eingabekontextes **114** während der Laufzeit verarbeitet **151** wird, kann das Verfahren Entitätsreferenzen erkennen **152** und den semantischen Graphen **115** an diesen Startpunkten aktivieren. In der Regel kann dies dieselben NER-Generatoren verwenden, wie sie beim Erstellen **101** des semantischen Graphen verwendet werden.

**[0057]** Das Verfahren kann eine Aktivierungsausbreitung in dem semantischen Graphen durchführen **153**, indem das Signal entsprechend den Gewichtungen der Metabeziehung in Knoten und Kanten, die in dem Verfahren aus **Fig. 1A** hinzugefügt wurden, verbreitet wird.

**[0058]** Indem Instanzen der Konzepte in einem Eingabekontext **114** erkannt werden, wobei der Satz von eindeutigen Bezeichnern als Instanzen verwendet wird, können entsprechende Knoten in dem semantischen Graphen aktiviert werden, von wo aus ein Signal benachbarte Knoten nach außen durchläuft und dabei diese der Reihe nach aktiviert.

**[0059]** Bei einer Ausführungsform können die erkannten Instanzen der Konzepte in einem Eingabekontext die entsprechenden Knoten unter Verwendung von fest codierten Rohwerten von Gewichtungen der Knoten aktivieren. Bei einer weiteren Ausführungsform können Eingaben von den Instanzen der Konzepte zum Berechnen von Merkmalsvektoren für die Knoten verwendet werden. Die Eingaben können mit fest codierten Relevanzfaktoren kombiniert werden, die für verschiedene Knoten oder Arten von Knoten variieren können, wie dies in den Merkmalsvektoren der Gewichtungen definiert ist.

**[0060]** Wenn sich das Signal weiter von einem Quellknoten ausbreitet, schwächt es sich um einen Betrag ab, der in einem zugehörigen Gewichtungsmodell für Knoten und Kanten in dem Graphen angegeben ist. Wenn sich das Signal von mehreren nahegelegenen Quellknoten ausbreitet, vereinigt sich das Signal, und Überschneidungspunkte werden in stärkerem Maße aktiviert. Die Knoten, welche die stärkste Aktivierung akkumulieren, werden als die Fokusknoten für den Eingabekontext betrachtet. Der resultierende aktivierte Teil des Graphen steht für die inhärente Intensität des Phänomens der Metabeziehungen in dem Eingabekontext.

**[0061]** Der Eingabekontext **114** kann durch erkannte Entitäten entsprechend der Intensität des Signals am Ende der Aktivierung mit einem Score versehen werden **154**, und dieser Score kann als ein Ergebnis ausgegeben werden.

**[0062]** Die Scores können für Umgebungskontextknoten verwendet **155** werden, um weitere Ergebnisse in demselben Kontext abzuleiten, die als ein weiteres Ergebnis ausgegeben werden können. Ein Beispiel ist eine Inferenz eines relevanten geografischen Geltungsbereichs eines bestimmten Gesetzes, der als Eingabe bereitgestellt wurde.

**[0063]** Das beschriebene Verfahren ist nicht vom ausdrücklichen Vorkommen von Entitäten in dem gerade analysierten Kontext abhängig; die Assoziation und das Scoring von zusätzlichen externen Konzepten sind über eine Umgebungsverbindung in dem Graphen möglich. Das Verfahren ermöglicht, dass ein Umgebungskontext von indirekt zusammenhängenden Entitäten die Beurteilung einer Intensität von Beziehungen in einem bestimmten Kontext beeinflusst, und erlaubt damit einen sehr viel umfassenderen Blick.

**[0064]** Das Verfahren ermöglicht detaillierte Beziehungen auf Entitätsebene und Scores einer Beziehungsintensität zwischen Paaren von Entitäten, anstatt lediglich aggregierte „Haupt“-Scores für ganze Kontexte bereitzustellen.

**[0065]** Bei mehreren Ausführungsformen kann es hilfreich sein, die Metabeziehungsgewichtungen **116** abhängig davon zu aktualisieren **156**, wie sich die Signale geändert haben, nachdem der Eingabekontext **114** verarbeitet wurde. Hierfür kann das Verfahren eines Ableitens **103** der Gewichtungen gemäß **Fig. 1A** verwendet werden. Zum Beispiel kann das historische Bias zwischen dem Verfasser und einem unbekannten Thema als Ergebnis einer Aktivierung unter Verwendung des Eingabekontextes **114** nun anders lauten.

**[0066]** Mit Blick auf **Fig. 2** zeigt ein Blockschabild ein System **200** als eine Beispielausführungsform

des beschriebenen Systems in Gestalt eines Systems **210** für eine Beurteilung eines semantischen Graphen.

**[0067]** Das System **210** für eine Beurteilung eines semantischen Graphen beinhaltet mindestens einen Prozessor **201**, ein Hardware-Modul oder eine Schaltung zum Ausführen der Funktion der beschriebenen Komponenten, bei denen es sich um Software-Einheiten handeln kann, die in dem mindestens einen Prozessor ausgeführt werden. Mehrere Prozessoren, die Parallelverarbeitungs-Threads ausführen, können bereitgestellt werden, so dass eine Parallelverarbeitung einiger oder aller Funktionen der Komponenten ermöglicht wird. Ein Arbeitsspeicher **202** kann konfiguriert sein, um dem mindestens einen Prozessor **201** Computerbefehle **203** bereitzustellen, um die Funktionalität der Komponenten auszuführen.

**[0068]** Das System **210** für eine Beurteilung eines semantischen Graphen kann als Teil eines (nicht gezeigten) Systems für eine Erzeugung eines semantischen Graphen oder als ein unabhängiges System für eine adaptive Beurteilung von Metabeziehungen in semantischen Graphen bereitgestellt werden, indem auf Grundlage von semantischen Ressourcen **110** einem semantischen Graphen **111** Metabeziehungsgewichtungen **113** für ein zu beurteilendes Phänomen hinzugefügt werden. Das System **210** für eine Beurteilung eines semantischen Graphen kann zusätzliche Ressourcen **112** verwenden, die sich auf das beurteilende Phänomen beziehen, um Gewichtungswerte als Startwerte für die Metabeziehung zu verwenden. Eingabekontexte **114** können während der Laufzeit für eine Beurteilung des Phänomens unter Verwendung einer Graphenaktivierung bereitgestellt werden.

**[0069]** Das System **210** für eine Beurteilung eines semantischen Graphen kann eine semantische Graphenkomponente **211** zum Bereitstellen eines semantischen Graphen auf Grundlage von semantischen Ressourcen **110** beinhalten, die eine Wissensdatenbank bilden, in dem Konzepte in Gestalt von Graphenknoten durch semantische Beziehungen in Gestalt von Graphenkanten verknüpft sind.

**[0070]** Das System **210** für eine Beurteilung eines semantischen Graphen kann eine Metabeziehungskomponente **220** zum Codieren von Gewichtungen für Intensitäten einer Metabeziehung in Metadaten der Kanten und Knoten des semantischen Graphen **111** beinhalten. Die Metabeziehung kann für die Konzepte des semantischen Graphen **111** gelten und kann unabhängig von der semantischen Beziehung sein, die durch die Kanten des semantischen Graphen definiert wird.

**[0071]** Die Metabeziehungskomponente **220** kann eine zusätzliche Ressourcenkomponente **221** zum

Auswählen von zusätzlichen Ressourcen **112** beinhalten, die als Grundlage für die Metabeziehungsgewichtungen dienen können. Die Metabeziehungs-komponente **220** kann außerdem eine Komponente **222** für eine Ableitung von Startwertgewichtungen zum Ableiten von Startwertgewichtungen beinhalten, die für die Metabeziehung verwendet werden sollen und die aus den zusätzlichen Ressourcen **112** abgeleitet werden. Die Metabeziehungskomponente **220** kann außerdem eine Gewichtungshinzufügungskomponente **223** beinhalten, um als Startwert des semantischen Graphen Gewichtungen für Intensitäten einer Metabeziehung zu verwenden, die aus dem Satz von zusätzlichen Ressourcen **112** erhalten werden, die unabhängig von der Wissensdatenbank sind, welche die Grundlage des semantischen Graphen **111** bildet.

**[0072]** Die Metabeziehungskomponente **220** kann eine Gewichtungsaktualisierungskomponente **224** zum Aktualisieren der Gewichtungen als Reaktion auf Hinzufügungen zu den zusätzlichen Ressourcen **112** oder Eingabekontexten **114** beinhalten.

**[0073]** Das System **210** für eine Beurteilung eines semantischen Graphen kann eine Laufzeitkomponente **230** zum Ausführen einer Graphenaktivierung für einen Eingabekontext **114** beinhalten, der in Zusammenhang mit einem oder mehreren Konzepten des semantischen Graphen steht. Die Gewichtungen können auf ein Aktivierungsausbreitungssignal durch den semantischen Graphen **111** angewendet werden, um für einen Teilsatz von Konzepten des semantischen Graphen einen Messwert der Intensität der Metabeziehung zu erzeugen.

**[0074]** Die Laufzeitkomponente **230** kann eine Eingabekontext-Auswahlkomponente **231** zum Auswählen eines zu beurteilenden Eingabekontextes **114** beinhalten. Die Laufzeitkomponente **230** kann eine Konzepterkennungskomponente **232** zum Feststellen von Instanzen der Konzepte in dem Eingabekontext **114** beinhalten.

**[0075]** Die Laufzeitkomponente **230** kann eine Graphenaktivierungskomponente für eine Metabeziehung **233** zum Aktivieren von Knoten, die den Konzepten in dem semantischen Graphen **111** entsprechen, zum Leiten eines Signals nach außen zu benachbarten Knoten, wodurch diese der Reihe nach aktiviert werden, während die Gewichtungen auf das Signal angewendet werden, und zum Ermitteln von einem oder mehreren Fokusknoten mit den höchsten resultierenden Aktivierungssignalen beinhalten.

**[0076]** Die Laufzeitkomponente **230** kann eine Scoring-Komponente **234** für ein Scoring von Knoten als Reaktion auf die Graphenaktivierung sowie eine Umgebungskontextkomponente **235** für einen aktivierten Teilgraphen beinhalten, wobei die Aktivierungs-

gewichtungen von Knoten und Kanten für den Intensitätsgrad der Metabeziehung stehen.

**[0077]** Die Laufzeitkomponente **230** kann eine Ausgabekomponente **237** zum Ausgeben eines resultierenden aktivierten Teils des semantischen Graphen beinhalten, der für die Intensität der Metabeziehung in dem Eingabekontext steht.

**[0078]** In den folgenden Absätzen werden mehrere Beispiele verschiedener Phänomene beschrieben, für die Metabeziehungen beurteilt werden.

#### Abgleichen von klinischen Studien

**[0079]** Bei einer Beispielausführungsform kann ein semantischer Graph erstellt oder ein bestehender Graph aus UMLS-Daten (Unified Medical Language System) für Konzepte aus der medizinischen Domäne verwendet werden, z. B.: „Tumoren“, „Progesteron“ oder „Lymphknoten“ usw.

**[0080]** In Verbindung mit diesem semantischen Graphen kann ein Korpus von annotierten Patientenakten erfolgreicher Studienkandidaten verwendet werden, um die Gewichtungen der Graphenaktivierung für diese Aufgabe zu konfigurieren. Alternativ kann ein Satz von fest codierten Werten oder Wertebereichen für Akzeptanzkriterien in der Studie, die von medizinischen Fachleuten erhalten werden, auf ähnliche Art und Weise verwendet werden.

**[0081]** Für die Relevanz des Knotens für die klinische Studie können Knotengewichtungen als Merkmalsvektoren konfiguriert werden. Als Eingaben verwenden die Merkmalsvektoren die Eingabe eines bestimmten Patienten in die Knoten.

**[0082]** In diesem Beispiel codiert der endgültige Score den Grad, mit dem ein Patient den Anforderungen einer klinischen Studie entspricht. Knoten und Kanten in dem Graphen können Konzepte der medizinischen Domäne sein, wie: „Tumoren“ oder „Progesteron“ oder „Lymphknoten“ usw. Abhängig von dem getesteten Arzneimittel kann jedes dieser Konzepte eine andere Relevanz besitzen, und die Intensität einer Übereinstimmung ist eine Funktion dieser zuvor fest codierten Relevanz sowie des Werts, den der beurteilte Patient für dieses Konzept aufweist.

**[0083]** Somit kann der Merkmalsvektor für jeden Knoten unterschiedlich sein. Im Folgenden sind einige Beispiele aufgeführt:

- Ein Knoten „Tumogröße“ hat einen fest codierten Relevanzfaktor von 0,9, so dass der Vektor, wenn sich ein Patient mit einem zugehörigen Wert für dieses Konzept vorstellt, den normalisierten Wert von (Tumogröße des Patienten\* 0,9) enthalten kann.

b) Wenn der Knoten „Progesteronspiegel“ eine Relevanz von 0,8 für dieses Arzneimittel aufweist, enthält der Vektor (Progesteronspiegel des Patienten\* 0,8).

c) Der Knoten für „Ki-67-Proliferationsindex“ kann einen normalisierten Prozentsatz von (n% \* 0,7) aufweisen.

**[0084]** Anhand der verfügbaren Werte eines Patienten wird dann der Graph aktiviert, wobei für nicht verfügbare Eigenschaften Standardwerte verwendet werden, und die Nettoakkumulation des Signals für jedes der wichtigen Konzepte steht für die allgemeine Eignung der Studie für diesen Patienten.

#### Sentiment-Analyse

**[0085]** Bei der Sentiment-Analyse geht es darum, eine subjektive Meinung herauszufiltern und sie als positiv, negativ oder neutral einzustufen bzw. diese Fähigkeit zu erweitern, um eine numerische Darstellung bereitzustellen. Die Sentiment-Analyse wird in der Regel auf einer Dokumentenebene angewendet, und die aggregierte Polarität des Dokuments wird auf das Thema der Erörterung angewendet. In zunehmendem Maße wird eine Sentiment-Analyse auf Phrasenebene auf bestimmte Elemente des Themas angewendet, wobei dies als „Sentiment-Analyse auf Aspektenebene“ bezeichnet wird. In diesem Fall wird für jedes Teilelement des übergreifenden Themas ein getrennter Score in dem Dokument oder Korpus aggregiert. Einer der schwierigsten Teile dieses Prozesses besteht darin, zu erkennen, wann sich das inhärente Sentiment eines Worts im Kontext verändert, z.B. in den Phrasen „negatives Testergebnis“ gegenüber „negative Erfahrung“.

**[0086]** Die Sentiment-Analyse ist ein Beispiel für ein Phänomen, bei dem Metabeziehungen unter Verwendung eines semantischen Graphen und des beschriebenen Verfahrens angewendet und beurteilt werden können.

**[0087]** Beispiel für die Beurteilung einer Sentiment-Analyse:

Bei einer Beispielausführungsform kann ein semantischer Graph erstellt oder ein bestehender Graph aus UMLS-Ontologiedaten (Unified Medical Language System) verwendet werden.

**[0088]** Zusätzliche medizinische Dokumente können als die zusätzlichen Ressourcen verwendet werden, die sich auf das zu analysierende Sentiment beziehen. Die medizinischen Dokumente können mit denselben Konzepten des semantischen Graphen annotiert sein. Benannte Entitätsphrasen können Sentiment-Phrasen wie z.B. „deutlich höheren“ zugehörig sein, die eine inhärente Sentiment-Polarität in verschiedenen Kontexten aufweisen. Für jedes Doku-

ment in dem Korpus oder in den zusätzlichen Ressourcen werden unter Verwendung von Rohwerten oder Vektoren Knotengewichtungen für die Sentimente konfiguriert.

**[0089]** **Fig. 3** ist eine schematische Darstellung eines Auszugs **300** aus einem semantischen Graphen, der Metabeziehungsgewichtungen einer Sentiment-Analyse veranschaulicht. Der Auszug **300** aus einem semantischen Graphen zeigt Knoten **310**, die sich auf Konzepte des UMLS beziehen, wobei sich Knoten **320** auf semantische Beziehungen zwischen den Knoten **310** beziehen. Zum Beispiel weist der Knoten **311** von „Arzneimittel X“ die Beziehung **321** von „verursacht Wirkung“ mit Knoten **312** von „erhöhte Lebenserwartung“ auf.

**[0090]** Die numerischen Werte von Metabeziehungsgewichtungen für das Sentiment sind als Knotengewichtungen **330** und Kantengewichtungen **340** gezeigt.

**[0091]** Der semantische Graph **300** mit den Sentiment-Gewichtungen **330, 340** wird während der Laufzeit dazu verwendet, um vergleichbar einer Aufgabe zur Disambiguierung der Wortbedeutung (Word-Sense Disambiguation, WSD) die korrekte Interpretation einer Eingabe-Sentiment-Phrase zu erkennen.

**[0092]** Ein Beispiel für einen Eingabekontext lautet: „Das Hinzufügen von Inhaltsstoff A zu Arzneimittel X führte zu einer deutlich erhöhten Lebenserwartung des Patienten“ gegenüber „Die Toxizität von Arzneimittel Y erhöhte sich deutlich bei einer Einnahme in Verbindung mit Arzneimittel Z.“ Die Konzeptentitäten sind unterstrichen, und das Sentiment ist fett dargestellt.

**[0093]** Der Eingabekontext wird zum Aktivieren des Graphen verwendet, wobei die unterstrichenen Konzeptentitäten dazu verwendet werden, den semantischen Graphen **300** an diesen Startknoten zu aktivieren, und die Nettoakkumulation von Signalen in jedem der wichtigen Konzepte spiegelt das Sentiment dieser Phrase wider.

#### Bias/Unvoreingenommenheit bei der prädiktiven Analyse

**[0094]** Angesichts der zunehmenden Verwendung von Methoden für die Sentiment-Analyse kann ein systematisches Bias bei der Beurteilung eines Sentiments die Integrität von Entscheidungen gefährden, die auf Grundlage einer automatisierten Sentiment-Analyse eines natürlichsprachlichen Textes erfolgen. Wenn zum Beispiel ein Artikel über ein Unternehmen oder einen seiner Wettbewerber veröffentlicht wird und dieser Artikel eine positive oder negative Meinung über diese Akteure und ihre künftige finanzielle Leistung oder über ein bestimmtes Wettbewerbs-

produkt ausdrückt, ist es von entscheidender Bedeutung, dass jedes inhärente Bias offenbart wird, damit der Artikel angemessen behandelt werden kann. Der Artikel kann dann aus dem Entscheidungsprozess ausgeschlossen werden, oder die Intensität des Bias kann beim Erzeugen des Scores berücksichtigt werden. Am vertrauenswürdigsten sind diejenigen Artikel, die weder in die eine noch in die andere Richtung tendieren. Viele Systeme gehen davon aus, dass der durchschnittliche Sentiment-Score in einem Korpus von geringer linguistischer Qualität der neutrale Score ist.

**[0095]** Das Erkennen dieses Bias ist ein komplexer Prozess, der sich auf Hintergrundinformationen wie z.B. frühere Artikel desselben Verfassers stützen sollte, wobei sich jedoch viele Lösungen lediglich auf einen nutzerunabhängigen bzw. eng umgrenzten Ansatz stützen, der anderen Kontext ignoriert. Das beschriebene Verfahren behandelt ein Aggregieren dieses Bias auf eine Art und Weise, welche die Intensität eines Bias zwischen zwei Entitäten aussagekräftig ausdrückt.

**[0096]** Das beschriebene Verfahren strebt danach, eine ausgeglichene Darstellung einer Bias-Intensität hervorzu bringen, anstatt lediglich eine Polarität zu erzeugen. Ein Messen der Unvoreingenommenheit eines Verfassers in Bezug auf ein bestimmtes Thema ist ein entscheidender Faktor beim Beurteilen der Vertrauenswürdigkeit einer Datenquelle. Liegt der Veröffentlichung von positiven Nachrichten über Unternehmen P durch Zeitung A eine neutrale Sichtweise zugrunde, oder gibt es andere Eigeninteressen? Kann der Veröffentlichung eines negativen Artikels über ein Unternehmen Q (ein Wettbewerber von Unternehmen P) durch Zeitung A vertraut werden? Ein Erkennen eines Bias kann herkömmlicherweise dazu führen, dass der Inhalt abgelehnt wird; wenn es jedoch möglich ist, den Grad und die Polarität des Bias zu messen, kann der Inhalt verwendet werden, indem dieser Grad von Bias berücksichtigt wird.

**[0097]** Das beschriebene Verfahren stellt eine Methode bereit, die nicht nur ein Bias erkennt, sondern die Intensität der Polarität der Beziehung zwischen Entitäten quantifiziert. Dies ist äußerst hilfreich bei NLP-Systemen.

**[0098]** Unternehmen sind bei ihrer Version des Leistungsüberblicks und des Ausblicks in die Zukunft in der Regel optimistisch. Wenn Berichte zur künftigen Leistung veröffentlicht werden, sollten sie auf Bias untersucht werden. Entsprechend sollte ein Leser auch ähnlich wachsam sein, wenn Wettbewerber oder Akteure mit einem Eigeninteresse eine Meinung zu eben diesen Unternehmen oder verwandten Themen äußern. Verschiedene Nachrichtenagenturen und Investitionseinrichtungen veröffentlichen ebenfalls ihre Beurteilung des Quartals-/Jahresberichts ei-

nes Unternehmens, und viele von ihnen weichen von der Selbstbeurteilung des Unternehmens ab. Bei derartigen Szenarien ist es für einen Investor oder Beobachter sehr hilfreich, zu einer realistischen Schlussfolgerung gelangen oder einen gewichteten Durchschnittswert ermitteln zu können. Um dies zu erreichen, berücksichtigt das beschriebene Verfahren ein Bias, das aus Beziehungen, Besitzverhältnissen oder historischen Transaktionen usw. zwischen Unternehmen und Einrichtungen entsteht, und ist in der Lage, dieses Bias zu quantifizieren.

**[0099]** Für automatisierte Finanzanalysesysteme ist eine Bias-Erkennung und -Analyse eine wichtige Aufgabe. Dies betrifft die Auswahl von relevanten Artikeln für einen Kontext (z.B. neues Arzneimittel, neues Finanzprodukt, neue Vorschriften usw.). Der Grad an Konfidenz in Bezug auf das im Fokus stehende Element ist eine Funktion der Meinung/Semantik und des erkannten Bias in dem Kontext dieser Artikel. Zum Beispiel kann ein Patentablauf oder eine Änderung der gesetzlichen Bestimmungen für verschiedene Entitäten in einem Ökosystem nützlich oder kontraproduktiv sein, abhängig von ihrer geschäftlichen Stellung.

**[0100]** In der medizinischen Domäne ist ein Ablauf eines wertvollen Patents ein Geschäftsverlust für das pharmazeutische Unternehmen, welches das Patent hält; während es für Wettbewerber, die Generika für diese Arzneimittelformulierung produzieren wollen und für Patienten, die es zu geringeren Kosten benötigen, ein Gewinn ist. Auf ähnliche Art und Weise kann eine protektionistische Zollregelung einer Regierung einheimischen Produzenten zugutekommen und Importeuren schaden. Die Sichtweise des Nachrichtenmediums oder der Nachrichtenagentur kann eine Seite gegenüber der anderen hervorheben oder aber neutral bleiben, und ein Finanzanalyst benötigt ein Werkzeug, um ein ausgewogenes Bild von dem Ereignis zu erhalten und eine Kauf-/Verkauf-/Halte-Entscheidung zu treffen.

**[0101]** Bias bei der prädiktiven Analyse ist ein Beispiel für ein Phänomen, bei dem Metabeziehungen unter Verwendung eines semantischen Graphen und des beschriebenen Verfahrens angewendet und beurteilt werden können.

**[0102]** Beispiel für eine Bias-Beurteilung:

Bei einer Beispielausführungsform kann ein semantischer Graph aus Finanzdomänen-Korpora erstellt werden, wobei NER-Daten (Named Entity Recognition, Erkennung von benannten Entitäten) und Analyserahmen für Daten wie z.B. die folgenden verwendet werden:

- a) Jahres-/Quartalsberichte mit numerischen Details und einer in Textform vorliegenden Zusammenfassung sowie einem Ausblick für die nahe Zukunft;
- b) Finanzberichterstattung;
- c) Finanz-Blogs;
- d) Metadaten zu allen oben genannten Daten, z.B. Artikelverfasser, Einzelheiten zur Publikation usw.

**[0103]** Für jeden Satz in dem Korpus kann eine Sentiment-Analyse auf Phrasenebene durchgeführt werden, und für jedes Paar von Entitäten in dem Graphen, die in dem Text vorkommen, können aggregierte Scores erzeugt werden. Dies stellt das momentane Bild der Unvoreingenommenheit in dieser Domäne dar. Kantengewichtungen zwischen Entitäten können verwendet werden, um den Grad an Polarität (positiv und negativ) aus einer früheren Assoziation zu beschreiben. In einem dynamischen Verarbeitungssystem können diese Kantengewichtungen den letzten Gesamtstatus dieser Polarität als eine Wahrscheinlichkeit einer Unvoreingenommenheit beibehalten.

**[0104]** Da ein Bias positiv, negativ oder neutral sein kann, kann der Merkmalsvektor hier entweder einen oder mehrere mit einem Vorzeichen (+/-) versehene Werte beinhalten, um eine Nettopolarität und einzelne Polaritäts-Scores zwischen zwei Entitäten zu bezeichnen.

**[0105]** Ein neuer Artikel oder Kontext kann verarbeitet werden, indem dieselben Entitäten und Metadaten in der Eingabe erkannt werden und in dem Graphen unter Verwendung der Gewichtungen eine Aktivierungsverbreitung durchgeführt werden. Das Signal durchläuft den Graphen entsprechend der Stärke der Kantengewichtungen, und deren Polarität fließt unter Verwendung der jeweiligen Startknoten in eine Gesamtsumme in dem Knoten ein, die für diese Aktivierung spezifisch ist.

**[0106]** Die resultierenden Signalakkumulationswerte in jedem Knoten spiegeln somit wider, ob Aussagen, die diese Entitäten beeinflussen, vertrauenswürdig/unvoreingenommen sind oder ob die Schlussfolgerungen und Aussagen zu diesen Entitäten vertrauenswürdig sind.

**[0107]** Die **Fig. 4A** und **Fig. 4B** sind schematische Darstellungen eines Auszugs aus einem semantischen Graphen **400**, der Metabeziehungsgewichtungen einer Bias-Intensität und Polarität veranschaulicht.

**[0108]** Der Graph **400** beinhaltet Knoten **410** von Entitäten mit Kanten **420** für semantische Beziehungen zwischen den Entitäten. Die numerischen Werte von

Metabeziehungsgewichtungen **430** sind an den Kanten gezeigt.

**[0109]** Die Knoten **411**, **412**, **413** in **Fig. 4A** stehen für den Inhalt eines neuen, unbekannten Dokuments, wobei [Verfasser A] **411** der Verfasser ist und [Bericht von Unternehmen P] **413** und [Unternehmen Q] **412** die Gegenstände sind.

**[0110]** Das Folgende ist ein Szenario, das die Werte widerspiegelt, die als Startwerte für die Aktivierung des Graphen **400** verwendet werden.

**[0111]** Ein Artikel von Verfasser A stellt Folgendes fest:

„Der neue Bericht zur finanziellen Perspektive von Unternehmen P steckt voller Ungenauigkeiten und befreudlicher Vorhersagen, die in keiner Weise die Realität wiedergeben. Im Gegensatz zu Unternehmen Q, dessen CEO sich für eine kluge Investition in die neueste Technologie entschieden hat, kann Unternehmen P nicht für sich in Anspruch nehmen, den richtigen Weg eingeschlagen zu haben, und dieser Bericht scheint einfach nur ein Versuch zu sein, die Schwächen in seiner zunehmend schlechteren Leistung zu vertuschen.“

**[0112]** Die Sentiment-Analyse des obigen Artikels ergibt folgende Eingaben:

Verfasser A: Gewichtung +1, hinzugefügt als Knotengewichtung **421**;

Bericht des Unternehmens P: Gewichtung -1, hinzugefügt als Knotengewichtung **423**; und

Unternehmen Q: Gewichtung +1, hinzugefügt als Knotengewichtung **422**.

**[0113]** In dem Graphen **400** beeinflussen frühere Meinungen des Verfassers A die Interpretation des Gesagten. Das Nettoergebnis legt nahe, dass Meinungen zu bestimmten Themen nicht vertraut werden sollte. Die Polarität eines inhärenten Bias **450** ist in den vorhandenen Kantengewichtungen **451**, **452**, **453** gezeigt. Die Polarität eines zum Ausdruck gebrachten Bias **460** ist in Kantengewichtungen **461**, **462**, **463** gezeigt.

**[0114]** Bestimmte Beziehungen weisen auf ein inhärentes Bias hin. Ein von einem Unternehmen verfasster Artikel zu eben diesem Unternehmen weist ein inhärentes Bias auf, da es kaum anzunehmen ist, dass das Unternehmen sich selbst in einem negativen Licht darstellt. Ein Verfasser, der an einer Publikation arbeitet, weist aus Gründen der Arbeitsplatzsicherheit ein inhärentes Bias in Bezug auf die allgemeine Haltung und die Sichtweisen dieser Publikation auf. Ein Unternehmen weist außerdem ein inhärentes Bias in Bezug auf seine Wettbewerber auf.

**[0115]** Das zum Ausdruck gebrachte Bias spiegelt eine oder mehrere veröffentlichte Instanzen eines Sentiments mit einer beliebigen Polarität in Bezug auf das Thema oder die Entität wider, wie dies z.B. in dem Beispielszenario eines veröffentlichten Artikels der Fall ist.

**[0116]** Nach einer Eingabe (zum Beispiel der obige Artikel) breitet sich ein Signal über die gewichteten Kanten aus. Sobald dieser Prozess abgeschlossen ist, kann die Aktivierung analysiert werden, um festzustellen, wie sich das Signal in den Eingabeknoten akkumuliert hat, sowie, wie andere Knoten in dem Graphen gewichtet sind, um ein Bias abzuleiten, das in der Eingabe und in einem oder mehreren etwaigen anderen Knoten des Graphen aufgetreten ist.

**[0117]** Die Graphenaktivierung für den aktuellen Artikel berechnet Aktivierungsausbreitungswerte **471, 472, 473, 474, 475** und Ergebnisse in den folgenden Bias-Ergebnissen:

[Verfasser A] über [Unternehmen P] = (-0,9) + (-1,3) + (-1,45) = (-3,65), gezeigt als Bias-Ergebnis **474**.

[Verfasser A] über [Unternehmen Q] = (+1) + (0,7) = (+1,7), gezeigt als Bias-Ergebnis **473**.

**[0118]** Entlang einer einzelnen Kante am Eingang zu einem Knoten ist jeder Wert das Ergebnis eines Multiplizierens des Werts aus dem Startknoten mit dem Wert an der Kante, wobei die Kante ein früheres Bias (und eine Polarität) gespeichert hat und die Knotengewichtung ein akkumulierter Nettowert aus dem Signal ist, das den Graphen gerade durchläuft.

**[0119]** Hier noch einige weitergehende Anmerkungen zu der obigen Ausführungsform:

Für Verfasser und Publikationen stehende Entitäten können eine Historie von früheren Artikeln und Pressemitteilungen usw. besitzen, die Inhalt aufweisen können, der auf eine Polarität von Aussagen zwischen Konzepten des Inhalts analysiert werden kann. Beispiele hierfür lauten:

„Unternehmen A wird in Konkurs gehen“ oder

„Unternehmen B ist ein KI-Pionier“ oder

„die finanziellen Aussichten für Unternehmen A haben sich entschieden verschlechtert“.

**[0120]** Unter Verwendung von Methoden wie Tonalitätsanalyse, Sentiment-Analyse, Metadaten aus sozialen Netzwerken (frühere Berufstätigkeit, Kundenhistorie usw.) sowie dem Markieren von häufigen Themen und Gegenständen können aus derartigem Inhalt zusätzliche Merkmale extrahiert werden.

**[0121]** Obwohl sich Sentiment und Meinung oder Bias häufig numerisch quantifizieren lassen, lohnt es

sich, die angenommene Unvoreingenommenheit von Aussagen genauer zu untersuchen, die sachbezogen und ohne jegliche inhärente Polarität zu sein scheinen, tatsächlich jedoch, auf Grundlage der Umgebungsbeziehung zwischen diesen Entitäten innerhalb des Kontextes, fragwürdig sind. Wenn ein Unternehmen zum Beispiel einen Vertrag mit Unternehmen P hat und Artikel veröffentlicht, die sich auf eine Art und Weise auf Wettbewerber des Unternehmens P beziehen, die deren Geschäft beeinflussen könnte, ist es überaus wichtig, solche Aussagen zu erkennen und ihre Unvoreingenommenheit in Frage zu stellen, was durch die Umgebungsatur des semantischen Graphen unterstützt wird.

**[0122]** Wenn neue Daten freigegeben werden, die Verweise oder Metadaten enthalten, die Entitäten in dem Graphen zugehörig sind, kann eine nachgelagerte Graphenüberwachungseinheit realisiert werden, die den Grad an Bias zwischen Paaren von Entitäten erfasst, die direkt verknüpft sind. Ein Erkennen, welche Kanten aktualisiert werden sollten, kann auf verschiedene Arten erfolgen, z. B.:

a) Gemeinsam vorkommende Entitäten von verschiedenem Umfang, z.B. Sätze, Nominalphrasen, Absätze, Dokumente oder sogar vollständige Publikationen;

b) Entitäten, die durch eine Abhängigkeitsanalysestruktur wie z.B. Elternknoten → Kindknoten oder als Argumente desselben Verbs verknüpft sind; und

c) Entitäten, die durch eine bestimmte Beziehung verknüpft sind, für die es einen unabhängigen Bezug in dem Text gibt oder die die Domänen- und die Bereichsentitäten in einem Parse-Baum direkt verknüpft, wie im Falle von Prädikat (Subj, Obj).

**[0123]** Die Formel für die Polarität, die als die Knotengewichtung zwischen zwei Entitäten gespeichert ist, kann eine Funktion des gesamten früheren positiven und negativen Bias sein, wobei jedoch auch eine einfache Gesamtsumme möglich wäre. Statistische Methoden, welche die Nützlichkeit bestimmter Merkmale gegenüber anderen in Betracht ziehen, wären hilfreich bei der Bereitstellung einer belastbaren und stärker domänenbezogenen Gewichtung.

**[0124]** Nachdem ein Satz von Ergebnissen für einen Antwortkorpus identifiziert wurde, z.B. durch herkömmliche Suche/IR, gezielte Finanzanalyse usw., könnte es angezeigt sein, Dokumente mit einem zu starken Bias zu ignorieren oder entsprechend neu zu gewichten.

**[0125]** Ein Bias einer Entität gegenüber einer weiteren ist entweder positiv oder negativ (wobei ein neutrales Bias für dieses Szenario nicht relevant ist). Wenn eine Analyse eines Bias zwischen zwei Enti-

täten wie z.B. zwischen einem Verfasser und einem Thema, der Polarität des früheren Bias und der Polarität des Dokumenteninhalts verfügbar ist, können je nach Abgleich dieser Daten verschiedene Entscheidungen getroffen werden.

**[0126]** Eine untenstehende Beispieldabelle zeigt, wie dies geschehen kann, wobei ein Bias und Sentiment mit gleichem Vorzeichen entweder als „interessant“ oder als „nicht vertrauenswürdig“ markiert werden sollten und ein Bias und Sentiment mit entgegengesetztem Vorzeichen erneut gewichtet werden sollten.

	Bias	Positiv	Negativ
Sentiment			
Positiv		0*	Positiv**
Negativ		Negativ	0

**[0127]** Wenn zum Beispiel ein Verfasser mit einem positiven Bias bezüglich eines Themas etwas Positives äußert, ist dies nicht besonders vertrauenswürdig, sagt er jedoch etwas Negatives, ist es potenziell bemerkenswerter als die Sichtweise eines unvoreingenommenen Verfassers (und umgekehrt im Fall einer entgegengesetzten Polarität).

**[0128]** Aus diesem Grund gilt in der obigen Tabelle:

\* 0 - sollte als nicht vertrauenswürdig betrachtet und kann ignoriert werden;

\*\* Positiv / Negativ - ist unerwartet und damit von zusätzlichem Wert; und

neutrale Werte können als gleichwertig betrachtet werden.

**[0129]** AlchemyLanguage (eine Marke der International Business Machines Corporation) ist eine Sammlung von Anwendungsprogrammschnittstellen, die eine Textanalyse mittels NLP ermöglichen. Eine weitere Umsetzung kann die von AlchemyLanguage bereitgestellte Sentiment-Analyse von Meinungen auf Entitäten anwenden.

Abfrageerweiterung unter Verwendung von Statistiken zum Informationsabru

**[0130]** Neben fest codierten Gewichtungen für semantische Kategorien und Entitäten, die mehr oder weniger relevant für den Inhalt eines semantischen Graphen sein können, gibt es viele Arten, wie eine semantische Relevanz als ein Ausbreitungssignal in einem semantischen Graphen codiert werden kann. Eine Ausführungsform des beschriebenen Verfahrens kann als eine automatisierte Konfiguration einer Aktivierungsausbreitung für eine semantische Relevanz unter Verwendung einer Häufigkeit eines Informationsabrufs (Information Retrieval, IR) aus domänen-

spezifischen Korpora sein, um Graphenknoten und -verknüpfungen zu gewichten.

**[0131]** Eine weitere Art der Betrachtung einer semantischen Relevanz besteht in der Stärke einer Assoziation mit einem bestimmten Inhaltskorpus. Ein Neugewichten eines semantischen Graphen mit dem umgekehrten Wert der Assoziationsstärke fördert somit diejenigen Konzepte, die weniger häufig sind. Dies kann sehr hilfreich sein, um einen semantischen Graphen an eine neue Domäne anzupassen. In der anfänglichen Domäne, die zur Erstellung des ursprünglichen semantischen Netzwerks verwendet wurde, können die Standardgewichtungen für eine Aktivierung ausreichend sein. Allerdings weist dieses Netzwerk ein inhärentes Bias in Bezug auf die Relevanz bestimmter Konzepte auf. Selbst die Verwendung herkömmlicher IR-Statistikdaten wie z.B. Begriffshäufigkeit und Häufigkeit eines gemeinsamen Vorkommens kann dabei helfen, ein Ausbreitungssignal in diesem Graphen anzupassen, um in neuen Domänen ein aussagekräftigeres Ergebnis zu erhalten.

**[0132]** Beispiel für eine zusätzliche semantische Beurteilung:

Bei einer Beispieldurchführungsform kann ein vorhandener semantischer Graph verwendet werden, zum Beispiel ein UMLS-Graph für eine medizinische Domäne oder ein DBpedia-Graph für eine offene Domäne.

**[0133]** Ein Korpus von natürlichsprachlichem Text in einer neuen Domäne kann als zusätzliche Ressourcen für die Metabeziehung verwendet werden, und Korpushäufigkeiten von Entitäten und Beziehungen in dieser Domäne können erfasst werden.

**[0134]** Werte können in dem semantischen Graphen als Gewichtungen für die Metabeziehung von Knoten und Kanten aggregiert und gespeichert werden:

- Knotenhäufigkeiten (Fn) stehen für die Allgemeinheit eines Begriffs, weshalb der reziproke Wert  $1/F_n$  verwendet wird;
- Kantenhäufigkeiten (Fe) sind direkt proportional zur Relevanz eines Begriffs, so dass der Wert Fe verwendet wird;
- Bei der Aktivierungsausbreitung werden Werte sehr häufig auf eine Spanne zwischen 0 und 1 oder 0,5 und 1 verkleinert, um eine rekursive Minderung eines sich ausbreitenden Signals zu erreichen;
- Andere Variationen des Obigen würden eine Verwendung von tf/idf-Scores für Knoten und Kanten beinhalten.

**[0135]** In einem bestimmten Eingabekontext können Instanzen von Entitäten in dem semantischen

Graphen festgestellt, der Graph an diesen Punkten aktiviert und eine Aktivierungsausbreitung in dem Kontext einer bestimmten NLP-Aufgabe durchgeführt werden, z.B. einer Disambiguierung der Wortbedeutung (Word Sense Disambiguation, WSD), einer Unterscheidung der Wortbedeutung (Word Sense Induction, WSI) oder einer Abfrageerweiterung.

**[0136]** Die Ausgabe ist sehr viel relevanter für die Domäne, als sie es andernfalls wäre.

**[0137]** Beispiel für eine Abfrageerweiterung:

Der Prozess einer Abfrageerweiterung kann in Betracht gezogen werden, um den Kontext einer Eingabephrase oder Abfrage zu verstehen und alternative oder zusätzliche Phrasen zu finden, die dabei helfen könnten, das bzw. die korrekte(n) Dokument(e) für die ursprüngliche Abfrage zu finden. Ein Beispiel hierfür ist „Wo ist die Niederlassung von Unternehmen A in Irland?“ Eine Nachbesserung von „Irland“ zu „Cork“, „Dublin“ und

„Galway“, wo Unternehmen A Niederlassungen unterhält, würde die Chancen auf die richtige Antwort unter Umständen erhöhen. Die Abfrageerweiterung konzentriert sich üblicherweise auf Aspekte der Eingabe und versucht zu extrapoliieren, um die Wahrscheinlichkeit eines Treffers zu verbessern.

**[0138]** Es kann dargelegt werden, wie sich ein Anwenden dieser Methode auf die Abfrageerweiterung auswirkt. Zentrumsknoten können Abfrageerweiterungskandidaten sein, und umgebende Knoten können aus dem Eingabekontext stammen. Nachdem die Aktivierungsausbreitung so konfiguriert wurde, dass sie Statistiken zum Informationsabruft berücksichtigt, werden die Relevanz-Scores allgemeinerer Konzepte niedrig genug, um sie als irrelevant für den Kontext auszuschließen. Der Vorteil hiervon ist, dass sich die Rangfolge der Kandidaten für eine Abfrageerweiterung ebenfalls ändert. Wenn die Rangfolge durch die Anzahl von wechselseitig miteinander in Zusammenhang stehenden relevanten Eingaben bestimmt wird, kann ein neuer, ganz oben in der Rangfolge stehender Abfrageerweiterungskandidat erhalten werden.

**[0139]** Ein anfänglicher Versuch, einen zusätzlichen hilfreichen Suchbegriff für die Eingaben „öffentliche Akte“, „Gesetz“, „Information“, „Gebietskörperschaft“ usw. zu erhalten, kann „Strafverfolgungsbehörde“ als einen besten Kandidaten für den Zentrumsknoten ergeben.

**[0140]** Nachdem der Graph entsprechend der Häufigkeit von Knoten in dem Domänenkorpus gewichtet wurde, werden mehrere der ursprünglichen Eingaben womöglich nicht mehr als geeignete Eingaben be-

trachtet, und stattdessen wird unter Umständen der Begriff „vertrauliche Information“ als Zentrumsknoten vorgeschlagen. Angesichts der Tatsache, dass der ursprüngliche Kontext in der Domäne „Datenschutz“ angesiedelt war, bedeutet dies eine erhebliche Verbesserung.

#### Automatisierte Risikobeurteilung

**[0141]** Das Gebiet der automatisierten Risikobeurteilung stützt sich überwiegend auf Ansätze auf Schlüsselwortgrundlage, bei denen es eine direkte Verknüpfung zwischen einem bestimmten Schlüsselwort und einem bestimmten Grad an Risikoexposition gibt. Üblicherweise werden Methoden des maschinellen Lernens verwendet, um auf Grundlage dieser Schlüsselwörter und ihrer zugehörigen Risikofaktoren zu einer belastbareren Feststellung von Ergebnissen zu gelangen. Ansätze, die eine Risikoexposition ableiten und sie anhand von Wissen, das in dem Kontext womöglich nicht direkt vorhanden ist, quantifizieren können, stellt vorhandenen Methoden einen bedeutenden Zusatzwert bereit.

**[0142]** Der Grad oder die Intensität einer Exposition für ein Risiko lässt sich in Bezug auf bestimmte Risikofaktoren auf ähnliche Weise quantifizieren, wie dies bei der Sentiment-Analyse oder der georäumlichen Inferenz der Fall ist. Eine weitere Ausführungsform des Verfahrens, die dieselbe Methode zum Durchführen von Risikobeurteilungen nutzt, ist zu verhindern. Vorhandene Lösungen für dieses Problem, die NLP-Methoden verwenden, beinhalten ein Verknüpfen von bestimmten Schlüsselwörtern oder Phrasen mit einem Risiko, vergleichbar der Sentiment-Analyse auf Grundlage eines Lexikons. Ein System, das auf eine stärker umgebungsbezogene Art und Weise auf eine Risikoexposition schließen kann, wäre äußerst wertvoll, da es einen Intensitätsmesswert für die Risikoexposition innerhalb eines Kontextes erzeugen würde.

**[0143]** In einem Beispiel aus der medizinischen Domäne könnten die Besonderheiten des Framingham-Werkzeugs für die Risikobeurteilung, mit dem das Zehnjahresrisiko eines Patienten für eine Herz-Kreislauf-Erkrankung abgeschätzt wird, in der Graphenstruktur codiert werden. Wenn eine Aktivierungsausbreitung in dem Graphen durchgeführt wird, ist die Intensität einer Signalausbreitung in jeder der relevanten benannten Entitäten direkt proportional zum Risikograd des Patienten.

#### Georäumliche Inferenz

**[0144]** Auf dieselbe Weise, wie das Bias entsprechend der Intensität einer historischen Sentiment-Polarität quantifiziert werden kann, kann die Relevanz einer Entität oder eines Themas für eine Liste von geografischen Orten entsprechend der his-

torischen Assoziation und geografischen Entfernung beurteilt werden. Bestehende Verfahren für die geografische Inferenz sind auf direkte Erwähnungen in einem Text beschränkt, wenn jedoch mehrere Ort in einem Text vorkommen, ist ein Verfahren, das die Relevanz durch eine universelle Assoziation in einem Domänenkorpus ermitteln kann, sehr viel wertvoller.

**[0145]** Ein Merkmalsvektor für die Metabeziehungs-gewichtungen für eine geografische Relevanz kann eine Kombination der folgenden Beispielmerkmale beinhalten:

- a) eine normalisierte geografische Entfernung zwischen zwei Entitäten;
- b) eine Relevanz der semantischen Assoziation (z.B. das Gewicht der ursprünglichen Realisierung der Aktivierungsausbreitung);
- c) eine Alternative zu b), bei der lediglich geografische semantische Kategorien durchlaufen und für eine Gewichtungsakkumulation verwendet werden.

**[0146]** Als Beispiel soll ein kalifornisches Gesetz dienen, das zahlreiche, für die kalifornische Gesetzgebung typische Begriffe verwendet, jedoch für die Zwecke des betreffenden Gesetzes (z.B. die Übertragung von Kundendaten zwischen Unternehmen in den USA und der EU) auch Gesetze in anderen Bundesstaaten anführt oder bestimmte Orte namentlich nennt, die nicht in Kalifornien liegen. Eine Umgebungsmethode, die auf die Relevanz von Kalifornien gegenüber Orten schließen kann, die ausdrücklich in dem Text genannt werden, wäre für NLP-Aufgaben aus der juristischen Domäne äußerst nützlich.

**[0147]** Mit Blick auf **Fig. 5** wird eine schematische Darstellung eines Beispiels für ein System **500** in Gestalt eines Computersystems oder Servers gezeigt.

**[0148]** Ein Computersystem oder Server **512** kann mit zahlreichen anderen Universal- oder Spezial-Computersystemumgebungen oder -konfigurationen betrieben werden. Beispiele bekannter Datenverarbeitungssysteme, -umgebungen und/oder -konfigurationen, die für eine Verwendung mit einem Computersystem/Server **512** geeignet sein könnten, sind, ohne darauf beschränkt zu sein, Personal-Computersysteme, Server-Computersysteme, Thin Clients, Thick Clients, Handheld- oder Laptop-Einheiten, Mehrprozessorsysteme, Systeme auf Grundlage von Mikroprozessoren, Set-Top-Boxen, programmierbare Unterhaltungselektronik, Netzwerk-PCs, Mini-Computersysteme, Mainframe-Computersysteme sowie verteilte Cloud-Computing-Umgebungen, die irgendeine/s der obigen Systeme oder Einheiten beinhalten, und dergleichen.

**[0149]** Das Computersystem/der Server **512** lässt sich im allgemeinen Zusammenhang von Befehlen

beschreiben, die durch ein Computersystem ausführbar sind, wie z.B. Programmmoduln, die von einem Computersystem ausgeführt werden. Allgemein können Programmmoduln Routinen, Programme, Objekte, Komponenten, Logik, Datenstrukturen usw. beinhalten, die bestimmte Aufgaben durchführen oder bestimmte abstrakte Datentypen realisieren. Das Computersystem/der Server **512** kann in verteilten Cloud-Computing-Umgebungen eingesetzt werden, wo Aufgaben von entfernt angeordneten Verarbeitungseinheiten durchgeführt werden, die über ein Datenübertragungsnetzwerk verbunden sind. In einer verteilten Cloud-Computing-Umgebung können sich Programmmoduln sowohl in lokalen als auch in entfernt angeordneten Computersystem-Speichermedien wie beispielsweise Arbeitsspeichereinheiten befinden.

**[0150]** In **Fig. 5** wird ein Computersystem/Server **512** in Gestalt einer Universal-Datenverarbeitungseinheit gezeigt. Die Komponenten des Computersystems/Servers **512** können eine/n oder mehrere Prozessoren oder Verarbeitungseinheiten **516**, einen Systemarbeitsspeicher **528** und einen Bus **518** beinhalten, der verschiedene Systemkomponenten wie z.B. den Systemarbeitsspeicher **528** mit dem Prozessor **516** verbindet, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein.

**[0151]** Der Bus **518** steht für mindestens eine von mehreren Arten von Busstrukturen, z.B. ein Speicherbus oder eine Arbeitsspeicher-Steuereinheit, ein Peripheriebus, ein Accelerated Graphics Port (AGP) und ein Prozessor- oder lokaler Bus, wobei eine beliebige aus einer Vielfalt von Busarchitekturen verwendet werden kann. Beispielhaft und nicht als Beschränkung zu verstehen, beinhalten derartige Architekturen den ISA-Bus (Industry Standard Architecture), den MCA-Bus (Micro Channel Architecture), den EISA-Bus (Enhanced ISA), den lokalen VESA-Bus (Video Electronics Standards Association) und den PCI-Bus (Peripheral Component Interconnect).

**[0152]** Das Computersystem/der Server **512** beinhaltet üblicherweise eine Vielfalt von Medien, die von einem Computersystem gelesen werden können. Derartige Medien können beliebige verfügbare Medien sein, auf die das Computersystem/der Server **512** zugreifen kann, und zu ihnen zählen sowohl flüchtige als auch nicht flüchtige, entfernbare und nicht entfernbare Medien.

**[0153]** Der Systemarbeitsspeicher **528** kann ein von einem Computersystem lesbares Medium in Form eines flüchtigen Arbeitsspeichers wie z.B. eines RAM **530** und/oder eines Caches **532** beinhalten. Das Computersystem/der Server **512** kann des Weiteren andere entfernbare/nicht entfernbare, flüchtige/nicht flüchtige Computersystem-Speichermedien beinhalten. Lediglich als Beispiel dienend, kann ein Spei-

chersystem **534** zum Lesen von und Schreiben auf ein nicht entferntbares, nicht flüchtiges magnetisches Medium (das nicht abgebildet ist und das üblicherweise als ein Festplattenlaufwerk bezeichnet wird) bereitgestellt werden. Obwohl hier nicht abgebildet, können ein Magnetplattenlaufwerk zum Lesen von und Schreiben auf eine entfernbare, nicht flüchtige Magnetplatte (z.B. eine Diskette) sowie ein optisches Plattenlaufwerk zum Lesen von oder Schreiben auf eine entfernbare, nicht flüchtige optische Platte wie z.B. einen CD-ROM, einen DVD-ROM oder ein anderes optisches Medium bereitgestellt werden. In diesen Fällen kann jedes Laufwerk über eine oder mehrere Datenmedienschnittstellen mit dem Bus **518** verbunden sein. Wie weiter unten ausführlicher dargestellt und beschrieben, kann der Arbeitsspeicher **528** mindestens ein Programmprodukt mit einem Satz von (z.B. mindestens einem) Programmmodulen beinhalten, wobei diese so konfiguriert sind, dass sie die Funktionen von Ausführungsformen der Erfindung durchführen.

**[0154]** Ein Programm/Dienstprogramm **540** mit einem Satz von (mindestens einem) Programmmodulen **542** kann beispielsweise und ohne als Beschränkung verstanden zu werden im Arbeitsspeicher **528** gespeichert sein, ebenso wie ein Betriebssystem, ein oder mehrere Anwendungsprogramme, andere Programmodule und Programmdaten. Jedes Betriebssystem, das eine oder die mehreren Anwendungsprogramme, die anderen Programmmodulen und die Programmdaten oder eine Kombination hiervon können jeweils eine Realisierung einer Netzwerkumgebung beinhalten. Die Programmmodulen **542** führen im Allgemeinen die Funktionen und/oder Verfahrensweisen von Ausführungsformen der hier beschriebenen Erfindung aus.

**[0155]** Das Computersystem/der Server **512** kann zudem mit einer oder mehreren externen Einheiten **514** Daten austauschen, z.B. mit einer Tastatur, einer Zeigeeinheit, einer Anzeige **524** usw.; mit einer oder mehreren Einheiten, die einem Benutzer gestatten, mit dem Computersystem/Server **512** zu interagieren; und/oder mit beliebigen Einheiten (z.B. Netzwerkkarte, Modem usw.), die dem Computersystem/Server **512** ermöglichen, mit einer oder mehreren anderen Datenübertragungseinheiten Daten auszutauschen. Ein derartiger Datenaustausch kann über Eingabe/Ausgabe-Schnittstellen (E/A-Schnittstellen) **522** erfolgen. Des Weiteren kann das Computersystem/der Server **512** über einen Netzwerkadapter **520** mit einem oder mehreren Netzwerken Daten austauschen, z.B. mit einem lokalen Netzwerk (Local Area Network, LAN), einem Weitverkehrsnetzwerk (Wide Area Network, WAN) und/oder einem öffentlichen Netzwerk (z.B. dem Internet). Wie dargestellt, tauscht der Netzwerkadapter **520** über den Bus **518** Daten mit den anderen Komponenten des Computersystems/Servers **512** aus. Dabei sollte klar sein,

dass - obwohl sie hier nicht abgebildet sind - auch andere Hardware- und/oder Softwarekomponenten in Verbindung mit dem Computersystem/Server **512** verwendet werden könnten. Beispiele hierfür sind, ohne darauf beschränkt zu sein, Mikrocode, Einheitentreiber, redundante Verarbeitungseinheiten, externe Plattenlaufwerksstapel, RAID-Systeme, Bandlaufwerke und Datenarchivierungsspeichersysteme usw.

**[0156]** Bei der vorliegenden Erfindung kann es sich um ein System, ein Verfahren und/oder ein Computerprogrammprodukt mit einem beliebigen möglichen Grad an technischer Integration handeln. Das Computerprogrammprodukt kann (ein) durch einen Computer lesbare(s) Speichermedium (oder -medien) beinhalten, auf dem/den es durch einen Computer lesbare Programmanweisungen gespeichert sind, um einen Prozessor dazu zu veranlassen, Aspekte der vorliegenden Erfindung auszuführen.

**[0157]** Bei dem durch einen Computer lesbaren Speichermedium kann es sich um eine physische Einheit handeln, die Befehle zur Verwendung durch eine Befehlsausführungseinheit behalten und speichern kann. Bei dem durch einen Computer lesbaren Speichermedium kann es sich zum Beispiel um eine elektronische Speichereinheit, eine magnetische Speichereinheit, eine optische Speichereinheit, eine elektromagnetische Speichereinheit, eine Halbleiterspeichereinheit oder jede geeignete Kombination daraus handeln, ohne auf diese beschränkt zu sein. Zu einer nicht erschöpfenden Liste spezifischer Beispiele des durch einen Computer lesbaren Speichermediums gehören die Folgenden: eine tragbare Computerdiskette, eine Festplatte, ein Direktzugriffsspeicher (RAM), ein Nur-Lese-Speicher (ROM), ein löscherbarer programmierbarer Nur-Lese-Speicher (EPROM bzw. Flash-Speicher), ein statischer Direktzugriffsspeicher (SRAM), ein tragbarer Compact-Disk-Nur-Lese-Speicher (CD-ROM), eine DVD (Digital Versatile Disc), ein Speicher-Stick, eine Diskette, eine mechanisch kodierte Einheit wie zum Beispiel Lochkarten oder erhabene Strukturen in einer Rille, auf denen Anweisungen gespeichert sind, und jede geeignete Kombination daraus. Ein durch einen Computer lesbaren Speichermedium soll in der Verwendung hierin nicht als flüchtige Signale an sich aufgefasst werden, wie zum Beispiel Funkwellen oder andere sich frei ausbreitende elektromagnetische Wellen, elektromagnetische Wellen, die sich durch einen Wellenleiter oder ein anderes Übertragungsmedium ausbreiten (z.B. durch ein Lichtwellenleiterkabel geleitete Lichtimpulse) oder durch einen Draht übertragene elektrische Signale.

**[0158]** Hierin beschriebene, durch einen Computer lesbare Programmanweisungen können von einem durch einen Computer lesbaren Speichermedium auf jeweilige Datenverarbeitungs-/Verarbeitungs-

einheiten oder über ein Netzwerk wie zum Beispiel das Internet, ein lokales Netzwerk, ein Weitverkehrsnetz und/oder ein drahtloses Netzwerk auf einen externen Computer oder eine externe Speichereinheit heruntergeladen werden. Das Netzwerk kann Kupferübertragungskabel, Lichtwellenübertragungsleiter, drahtlose Übertragung, Leitwegrechner, Firewalls, Vermittlungseinheiten, Gateway-Computer und/oder Edge-Server aufweisen. Eine Netzwerkadapterkarte oder Netzwerkschnittstelle in jeder Datenverarbeitungs-/Verarbeitungseinheit empfängt durch einen Computer lesbare Programmanweisungen aus dem Netzwerk und leitet die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen zur Speicherung in einem durch einen Computer lesbaren Speichermedium innerhalb der entsprechenden Datenverarbeitungs-/Verarbeitungseinheit weiter.

**[0159]** Bei durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen zum Ausführen von Arbeitsschritten der vorliegenden Erfindung kann es sich um Assembler-Anweisungen, ISA-Anweisungen (Instruction-Set-Architecture), Maschinenanweisungen, maschinenabhängige Anweisungen, Mikrocode, Firmware-Anweisungen, zustandseinstellende Daten, Konfigurationsdaten für eine integrierte Schaltung oder sowohl um Quellcode als auch um Objektcode handeln, die in einer beliebigen Kombination aus einer oder mehreren Programmiersprachen geschrieben werden, darunter objektorientierte Programmiersprachen wie Smalltalk, C++ o.ä. sowie herkömmliche prozedurale Programmiersprachen wie die Programmiersprache „C“ oder ähnliche Programmiersprachen. Die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können vollständig auf dem Computer des Benutzers, teilweise auf dem Computer des Benutzers, als eigenständiges Software-Paket, teilweise auf dem Computer des Benutzers und teilweise auf einem fernen Computer oder vollständig auf dem fernen Computer oder Server ausgeführt werden. In letzterem Fall kann der ferne Computer mit dem Computer des Benutzers durch eine beliebige Art Netzwerk verbunden sein, darunter lokales Netzwerk (LAN) oder ein Weitverkehrsnetz (WAN), oder die Verbindung kann mit einem externen Computer hergestellt werden (zum Beispiel über das Internet unter Verwendung eines Internet-Dienstanbieters). In einigen Ausführungsformen können elektronische Schaltungen, darunter zum Beispiel programmierbare Logikschaltungen, im Feld programmierbare Gatter-Anordnungen (FPGA, Field Programmable Gate Arrays) oder programmierbare Logikanordnungen (PLA, Programmable Logic Arrays) die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen ausführen, indem sie Zustandsinformationen der durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen nutzen, um die elektronischen Schaltungen zu personalisieren, um Aspekte der vorliegenden Erfindung durchzuführen.

**[0160]** Aspekte der vorliegenden Erfindung sind hierin unter Bezugnahme auf Ablaufpläne und/oder Blockschaltbilder bzw. Schaubilder von Verfahren, Vorrichtungen (Systemen) und Computerprogrammprodukten gemäß Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass jeder Block der Ablaufpläne und/oder der Blockschaltbilder bzw. Schaubilder sowie Kombinationen von Blöcken in den Ablaufplänen und/oder den Blockschaltbildern bzw. Schaubildern mittels durch einen Computer lesbare Programmanweisungen ausgeführt werden können.

**[0161]** Diese durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können einem Prozessor eines Universalcomputers, eines Spezialcomputers oder einer anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung bereitgestellt werden, um eine Maschine zu erzeugen, so dass die über den Prozessor des Computers bzw. der anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung ausgeführten Anweisungen ein Mittel zur Umsetzung der in dem Block bzw. den Blöcken der Ablaufpläne und/oder der Blockschaltbilder bzw. Schaubilder festgelegten Funktionen/Schritte erzeugen. Diese durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können auch auf einem durch einen Computer lesbaren Speichermedium gespeichert sein, das einen Computer, eine programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtung und/oder andere Einheiten so steuern kann, dass sie auf eine bestimmte Art funktionieren, so dass das durch einen Computer lesbare Speichermedium, auf dem Anweisungen gespeichert sind, ein Herstellungsprodukt aufweist, darunter Anweisungen, welche Aspekte der/des in dem Block bzw. den Blöcken des Ablaufplans und/oder der Blockschaltbilder bzw. Schaubilder angegebenen Funktion/Schritts umsetzen.

**[0162]** Die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können auch auf einen Computer, eine andere programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtung oder eine andere Einheit geladen werden, um das Ausführen einer Reihe von Prozessschritten auf dem Computer bzw. der anderen programmierbaren Vorrichtung oder anderen Einheit zu verursachen, um einen durch einen Computer umgesetzten Prozess zu erzeugen, so dass die auf dem Computer, einer anderen programmierbaren Vorrichtung oder einer anderen Einheit ausgeführten Anweisungen die in dem Block bzw. den Blöcken der Ablaufpläne und/oder der Blockschaltbilder bzw. Schaubilder festgelegten Funktionen/Schritte umsetzen.

**[0163]** Die Ablaufpläne und die Blockschaltbilder bzw. Schaubilder in den Figuren veranschaulichen die Architektur, die Funktionalität und den Betrieb möglicher Ausführungen von Systemen, Verfahren und Computerprogrammprodukten gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

dung. In diesem Zusammenhang kann jeder Block in den Ablaufplänen oder Blockschaltbildern bzw. Schaubildern ein Modul, ein Segment oder einen Teil von Anweisungen darstellen, die eine oder mehrere ausführbare Anweisungen zur Ausführung der bestimmten logischen Funktion(en) aufweisen. In einigen alternativen Ausführungen können die in dem Block angegebenen Funktionen in einer anderen Reihenfolge als in den Figuren gezeigt stattfinden. Zwei nacheinander gezeigte Blöcke können zum Beispiel in Wirklichkeit im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden, oder die Blöcke können manchmal je nach entsprechender Funktionalität in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden. Es ist ferner anzumerken, dass jeder Block der Blockschaltbilder bzw. Schaubilder und/oder der Ablaufpläne sowie Kombinationen aus Blöcken in den Blockschaltbildern bzw. Schaubildern und/oder den Ablaufplänen durch spezielle auf Hardware beruhende Systeme umgesetzt werden können, welche die festgelegten Funktionen oder Schritte durchführen, oder Kombinationen aus Spezial-Hardware und Computeranweisungen ausführen.

### Cloud-Computing

**[0164]** Es sei von vornherein klargestellt, dass das Umsetzen der hierin angeführten Lehren nicht auf eine Cloud-Computing-Umgebung beschränkt ist, obwohl diese Offenbarung eine ausführliche Beschreibung von Cloud-Computing enthält. Stattdessen können Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gemeinsam mit jeder beliebigen Art von jetzt bekannter oder später erfundener Datenverarbeitungsumgebung umgesetzt werden.

**[0165]** Cloud-Computing ist ein Servicebereitstellungsmodell zum ermöglichen eines problemlosen bedarfsgesteuerten Netzwerkzugriffs auf einen gemeinsam genutzten Pool von konfigurierbaren Datenverarbeitungsressourcen (z.B. Netzwerke, Netzwerkbandbreite, Server, Verarbeitung, Hauptspeicher, Speicher, Anwendungen, virtuelle Maschinen und Dienste), die mit minimalem Verwaltungsaufwand bzw. minimaler Interaktion mit einem Anbieter des Service schnell bereitgestellt und freigegeben werden können. Dieses Cloud-Modell kann mindestens fünf Eigenschaften enthalten, mindestens drei Dienstmodelle und mindestens vier Implementierungsmodelle.

**[0166]** Bei den Eigenschaften handelt es sich um die Folgenden:

On-Demand Self-Service: Ein Cloud-Nutzer kann einseitig automatisch nach Bedarf für Datenverarbeitungsfunktionen wie Serverzeit und Netzwerkspeicher sorgen, ohne dass eine menschliche Interaktion mit dem Anbieter der Dienste erforderlich ist.

**[0167]** Broad Network Access: Es sind Funktionen über ein Netzwerk verfügbar, auf die durch Standardmechanismen zugegriffen wird, welche die Verwendung durch heterogene Thin- oder Thick-Client-Plattformen (z.B. Mobiltelefone, Laptops und PDAs) unterstützen.

**[0168]** Resource-Pooling: Die Datenverarbeitungsressourcen des Anbieters werden zusammengeschlossen, um mehreren Nutzern unter Verwendung eines Multi-Tenant-Modells zu dienen, wobei verschiedene physische und virtuelle Ressourcen dynamisch nach Bedarf zugewiesen und neu zugewiesen werden. Es gibt eine gefühlte Standortunabhängigkeit, da der Nutzer allgemein keine Kontrolle bzw. Kenntnis über den genauen Standort der bereitgestellten Ressourcen hat, aber in der Lage sein kann, einen Standort auf einer höheren Abstraktionsebene festzulegen (z.B. Land, Staat oder Rechenzentrum).

**[0169]** Rapid Elasticity: Funktionen können für eine schnelle horizontale Skalierung (Scale-out) schnell und elastisch bereitgestellt werden, in einigen Fällen auch automatisch, und für ein schnelles Scale-in schnell freigegeben werden. Für den Nutzer erscheinen die für das Bereitstellen verfügbaren Funktionen häufig unbegrenzt und sie können jederzeit in jeder beliebigen Menge gekauft werden.

**[0170]** Measured Service: Cloud-Systeme steuern und optimieren die Verwendung von Ressourcen automatisch, indem sie eine Messfunktion auf einer gewissen Abstraktionsebene nutzen, die für die Art von Dienst geeignet ist (z.B. Speicher, Verarbeitung, Bandbreite sowie aktive Benutzerkonten). Der Ressourcen-Verbrauch kann überwacht, gesteuert und gemeldet werden, wodurch sowohl für den Anbieter als auch für den Nutzer des verwendeten Dienstes Transparenz geschaffen wird.

**[0171]** Bei den Dienstmodellen handelt es sich um die Folgenden:

Software as a Service (SaaS): Die dem Nutzer bereitgestellte Funktion besteht darin, die in einer Cloud-Infrastruktur laufenden Anwendungen des Anbieters zu verwenden. Die Anwendungen sind über eine Thin-Client-Schnittstelle wie einen Web-Browser (z.B. auf dem Web beruhende E-Mail) von verschiedenen Client-Einheiten her zugänglich. Der Nutzer verwaltet bzw. steuert die zugrunde liegende Cloud-Infrastruktur nicht, darunter das Netzwerk, Server, Betriebssysteme, Speicher bzw. sogar einzelne Anwendungsfunktionen, mit der möglichen Ausnahme von eingeschränkten benutzerspezifischen Anwendungskonfigurationseinstellungen.

**[0172]** Platform as a Service (PaaS): Die dem Nutzer bereitgestellte Funktion besteht darin, durch einen Nutzer erstellte bzw. erhaltene Anwendungen,

die unter Verwendung von durch den Anbieter unterstützten Programmiersprachen und Tools erstellt wurden, in der Cloud-Infrastruktur einzusetzen. Der Nutzer verwaltet bzw. steuert die zugrunde liegende Cloud-Infrastruktur nicht, darunter Netzwerke, Server, Betriebssysteme bzw. Speicher, hat aber die Kontrolle über die eingesetzten Anwendungen und möglicherweise über Konfigurationen des Application Hosting Environment.

**[0173]** Infrastructure as a Service (IaaS): Die dem Nutzer bereitgestellte Funktion besteht darin, das Verarbeiten, Speicher, Netzwerke und andere grundlegende Datenverarbeitungsressourcen bereitzustellen, wobei der Nutzer in der Lage ist, beliebige Software einzusetzen und auszuführen, zu der Betriebssysteme und Anwendungen gehören können. Der Nutzer verwaltet bzw. steuert die zugrunde liegende Cloud-Infrastruktur nicht, hat aber die Kontrolle über Betriebssysteme, Speicher, eingesetzte Anwendungen und möglicherweise eine eingeschränkte Kontrolle über ausgewählte Netzwerkkomponenten (z.B. Host-Firewalls).

**[0174]** Bei den Einsatzmodellen handelt es sich um die Folgenden:

Private Cloud: Die Cloud-Infrastruktur wird einzig und allein für eine Organisation betrieben. Sie kann durch die Organisation oder einen Dritten verwaltet werden und kann sich in den eigenen Räumen oder in fremden Räumen befinden.

Community Cloud: Die Cloud-Infrastruktur wird von mehreren Organisationen gemeinsam genutzt und unterstützt eine spezielle Benutzergemeinschaft, die gemeinsame Angelegenheiten hat (z.B. Mission, Sicherheitsanforderungen, Richtlinien sowie Überlegungen bezüglich der Einhaltung von Vorschriften). Sie kann durch die Organisationen oder einen Dritten verwaltet werden und kann in den eigenen Räumen oder fremden Räumen stehen.

Public Cloud: Die Cloud-Infrastruktur wird der allgemeinen Öffentlichkeit oder einer großen Industriegruppe zur Verfügung gestellt und sie gehört einer Cloud-Dienste verkaufenden Organisation.

Hybrid Cloud: Die Cloud-Infrastruktur ist eine Zusammensetzung aus zwei oder mehreren Clouds (privat, Benutzergemeinschaft oder öffentlich), die zwar einzelne Einheiten bleiben, aber durch eine standardisierte oder proprietäre Technologie miteinander verbunden sind, die Daten- und Anwendungsportierbarkeit ermöglicht (z.B. Cloud-Zielgruppenverteilung für den Lastenausgleich zwischen Clouds).

Eine Cloud-Computing-Umgebung ist dienstorientiert mit Fokus auf Statusunabhängigkeit, ge-

ringer Kopplung, Modularität und semantischer Interoperabilität. Im Herzen von Cloud-Computing liegt eine Infrastruktur, die ein Netzwerk aus zusammengeschalteten Knoten aufweist.

**[0175]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 6** ist eine veranschaulichende Cloud-Computing-Umgebung **650** dargestellt. Wie gezeigt ist, weist die Cloud-Computing-Umgebung **650** einen oder mehrere Cloud-Computing-Knoten **610** auf, mit denen von Cloud-Nutzern verwendete lokale Datenverarbeitungseinheiten wie der elektronische Assistent (PDA, Personal Digital Assistant) oder das Mobiltelefon **654A**, der Desktop Computer **654B**, der Laptop Computer **654C** und/oder das Automobil-Computer-System **654N** Daten austauschen können. Die Knoten **610** können miteinander Daten austauschen. Sie können physisch oder virtuell in ein oder mehrere Netzwerke wie Private, Community, Public oder Hybrid Clouds gruppiert werden (nicht gezeigt), wie vorstehend beschrieben wurde, oder in eine Kombination daraus. Dies ermöglicht es der Cloud-Computing-Umgebung **650**, Infrastruktur, Plattformen und/oder Software als Dienst anzubieten, für die ein Cloud-Nutzer keine Ressourcen auf einer lokalen Datenverarbeitungseinheit vorhalten muss. Es sei darauf hingewiesen, dass die Arten von in **Fig. 6** gezeigten Datenverarbeitungseinheiten **654A** bis **N** lediglich veranschaulichend sein sollen und dass die Datenverarbeitungsknoten **610** und die Cloud-Computing-Umgebung **650** über eine beliebige Art Netzwerk und/oder über eine beliebige Art von über ein Netzwerk aufrufbarer Verbindung (z.B. unter Verwendung eines Web-Browsers) mit einer beliebigen Art von computergestützter Einheit Daten austauschen können.

**[0176]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 7** wird ein Satz von funktionalen Abstraktionsschichten gezeigt, der von der Cloud-Computing-Umgebung **650** (**Fig. 6**) bereitgestellt wird. Es sollte von vornherein klar sein, dass die in **Fig. 7** gezeigten Komponenten, Schichten und Funktionen lediglich veranschaulichend sein sollen und Ausführungsformen der Offenbarung nicht darauf beschränkt sind. Wie abgebildet ist, werden die folgenden Schichten und entsprechenden Funktionen bereitgestellt:

Eine Hardware- und Software-Schicht **760** enthält Hardware- und Software-Komponenten. Zu Beispielen für Hardware-Komponenten gehören: Mainframe Computer **761**; auf der RISC-(Reduced Instruction Set Computer) Architektur beruhende Server **762**; Server **763**; Blade-Server **764**; Speichereinheiten **765**; und Netzwerke sowie Netzwerkkomponenten **766**. In einigen Ausführungsformen beinhalten Software-Komponenten eine Netzwerk-Anwendungsserver-Software **767** und eine Datenbank-Software **768**.

**[0177]** Eine Virtualisierungsschicht **770** stellt eine Abstraktionsschicht bereit, aus der die folgenden Beispiele für virtuelle Einheiten bereitgestellt werden können: virtuelle Server **771**, virtueller Speicher **772**, virtuelle Netzwerke **773**, darunter virtuelle private Netzwerke, virtuelle Anwendungen und Betriebssysteme **774**; und virtuelle Clients **775**.

**[0178]** In einem Beispiel kann eine Verwaltungsschicht **780** die nachfolgend beschriebenen Funktionen bereitstellen. Eine Ressourcen-Bereitstellung **781** stellt die dynamische Beschaffung von Datenverarbeitungsressourcen sowie anderen Ressourcen bereit, die zum Durchführen von Aufgaben innerhalb der Cloud-Computing-Umgebung verwendet werden. Ein Messen und eine Preisfindung **782** stellen die Kostenverfolgung beim Verwenden von Ressourcen innerhalb der Cloud-Computing-Umgebung sowie die Abrechnung oder Rechnungsstellung für den Verbrauch dieser Ressourcen bereit. In einem Beispiel können diese Ressourcen Anwendungs-Software-Lizenzen aufweisen. Die Sicherheit stellt die Identitätsüberprüfung für Cloud-Nutzer und Aufgaben sowie Schutz für Daten und andere Ressourcen bereit. Ein Benutzerportal **783** stellt Nutzern und Systemadministratoren den Zugang zu der Cloud-Computing-Umgebung bereit. Eine Verwaltung des Dienstumfangs **784** stellt die Zuordnung und Verwaltung von Cloud-Computing-Ressourcen bereit, so dass die benötigten Dienstziele erreicht werden. Ein Planen und Erfüllen von Vereinbarungen zum Dienstumfang (SLA, Service Level Agreement) **785** stellt die Anordnung vorab und die Beschaffung von Cloud-Computing-Ressourcen, für die eine zukünftige Anforderung vorausgesehen wird, gemäß einem SLA bereit.

**[0179]** Eine Arbeitslastschicht **790** stellt Beispiele für die Funktionalität bereit, für welche die Cloud-Computing-Umgebung verwendet werden kann. Zu Beispielen für Arbeitslasten und Funktionen, die von dieser Schicht bereitgestellt werden können, gehören: Abbildung und Navigation **791**; Software-Entwicklung und Lebenszyklusverwaltung **792**; Bereitstellung von Ausbildung in virtuellen Klassenzimmern **793**; Datenanalytikverarbeitung **794**; Transaktionsverarbeitung **795**; und adaptive Beurteilung von Metabeziehungen in semantischen Graphen unter Verwendung einer Verarbeitung natürlicher Sprache **796**.

**[0180]** Die Beschreibungen der verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurden zum Zwecke der Veranschaulichung vorgelegt und sind nicht als vollständig oder auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt zu verstehen. Der Fachmann weiß, dass zahlreiche Änderungen und Abwandlungen möglich sind, ohne von Umfang und Geist der beschriebenen Ausführungsformen abzuweichen. Die hier verwendete Begrifflichkeit wurde gewählt, um die Grundsätze der Ausführungsfor-

men, die praktische Anwendung oder technische Verbesserung gegenüber marktgängigen Technologien bestmöglich zu erläutern bzw. anderen Fachleuten das Verständnis der hier offenbarten Ausführungsformen zu ermöglichen.

**[0181]** Verbesserungen und Änderungen an den voranstehenden Erläuterungen können vorgenommen werden, ohne vom inhaltlichen Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

## Patentansprüche

1. Durch einen Computer realisiertes Verfahren für eine adaptive Beurteilung von Metabeziehungen in semantischen Graphen, wobei das Verfahren aufweist:

ein Bereitstellen eines semantischen Graphen auf Grundlage einer Wissensdatenbank, in dem Konzepte in Gestalt von Graphenknoten durch semantische Beziehungen in Gestalt von Graphenkanten verknüpft sind;

ein Codieren von Gewichtungen zum Messen einer Metabeziehung in Metadaten der Kanten und Knoten eines semantischen Graphen, wobei die Metabeziehung für die Konzepte des semantischen Graphen gilt und unabhängig von der semantischen Beziehung ist, die durch die Kanten des semantischen Graphen definiert ist; und

ein Durchführen einer Graphenaktivierung für einen Eingabekontext, der sich auf ein oder mehrere Konzepte des semantischen Graphen bezieht, wobei die Gewichtungen auf ein Aktivierungsausbreitungs-signal durch den semantischen Graphen angewendet werden, um für einen Teilsatz von Konzepten des semantischen Graphen einen Messwert der Metabeziehung zu erzeugen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Durchführen einer Graphenaktivierung für einen Eingabekontext ein Erkennen von Instanzen der Konzepte in dem Eingabekontext und ein Aktivieren von Knoten, die den Konzepten in dem semantischen Graphen entsprechen, ein Leiten eines Signals nach außen zu benachbarten Knoten, wodurch diese der Reihe nach aktiviert werden, während die Gewichtungen auf das Signal angewendet werden, und ein Ermitteln von einem oder mehreren Fokusknoten mit höchsten resultierenden Aktivierungssignalen beinhaltet.

3. Verfahren nach Anspruch 2, des Weiteren aufweisend ein Ausgeben eines resultierenden aktivierten Teils des semantischen Graphen, der für einen Messwert der Metabeziehung in dem Eingabekontext steht.

4. Verfahren nach Anspruch 1, des Weiteren aufweisend:

ein Verwenden von Gewichtungen für Messwerte einer Metabeziehung, die aus einem Satz von Ressour-

cen erhalten werden, die unabhängig von der Wissensdatenbank sind, welche die Grundlage des semantischen Graphen bildet, als Startwerte des Graphen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Gewichtungen Rohwerte sind, die aus dem Satz von Ressourcen erhalten und als Reaktion auf Hinzufügungen zu dem Satz von Ressourcen aktualisiert werden, wobei die Rohwerte während der Graphenaktivierung angewendet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Gewichtungen mehrdimensionale Messwerte für verschiedene Aspekte der Metabeziehung und/oder Polaritäten der Metabeziehung angeben.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Gewichtungen Merkmalsvektoren sind, die als Reaktion auf Laufzeiteingaben für die Knoten für Instanzen der Konzepte eines Eingabekontextes berechnet werden können.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Merkmalsvektoren Relevanzfaktoren beinhalten, die auf die Laufzeiteingaben für die Knoten anzuwenden sind.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Relevanzfaktoren für verschiedene Knoten unterschiedlich sind.

10. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Merkmalsvektoren zusätzlich zu den Merkmalen der Metadatenbeziehung semantische und/oder lexikalische Merkmale für Instanzen der Konzepte in dem Eingabekontext beinhalten.

11. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Merkmalsvektoren Konfidenz-Scores für die Gewichtungen definieren.

12. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Merkmalsvektoren unter Verwendung von statistischen Methoden eine Aggregation von Metabeziehungs-messwerten definieren.

13. Verfahren nach Anspruch 1, wobei sich die Metabeziehung auf ein Phänomen in Gestalt eines aus der folgenden Gruppe bezieht, aufweisend: Sentiment-Analyse, Bias-Beurteilung, Bias bei der prädiktiven Analyse, Abfrageerweiterung unter Verwendung eines Informationsabrufs, Risikobeurteilung, georäumliche Inferenz sowie Eignung einer Behandlung, Verwendung oder Handhabung wie z.B. ein Abgleichen von klinischen Studien.

14. Computersystem für eine adaptive Beurteilung von Metabeziehungen in semantischen Graphen, wobei das Computersystem aufweist:

einen Prozessor und einen Arbeitsspeicher, der konfiguriert ist, um dem Prozessor Computerprogrammbefehle bereitzustellen, um eine Funktion von Komponenten auszuführen; eine semantische Graphenkomponente zum Bereitstellen eines semantischen Graphen auf Grundlage einer Wissensdatenbank, in dem Konzepte in Gestalt von Graphenknoten durch semantische Beziehungen in Gestalt von Graphenkanten verknüpft sind; eine Metabeziehungskomponente zum Codieren von Gewichtungen zum Messen einer Metabeziehung in Metadaten der Kanten und Knoten des semantischen Graphen, wobei die Metabeziehung für die Konzepte des semantischen Graphen gilt und unabhängig von der semantischen Beziehung ist, die durch die Kanten des semantischen Graphen definiert ist; und eine Laufzeitkomponente zum Durchführen einer Graphenaktivierung für einen Eingabekontext, der sich auf ein oder mehrere Konzepte des semantischen Graphen bezieht, wobei die Gewichtungen auf ein Aktivierungsausbreitungssignal durch den semantischen Graphen angewendet werden, um für einen Teilsatz von Konzepten des semantischen Graphen einen Messwert der Metabeziehung zu erzeugen.

15. Computersystem nach Anspruch 14, wobei die Laufzeitkomponente des Weiteren aufweist: eine Konzepterkennungskomponente zum Feststellen von Instanzen der Konzepte in dem Eingabekontext; und eine Graphenaktivierungskomponente zum Aktivieren von Knoten, die den Konzepten in dem semantischen Graphen entsprechen, zum Leiten eines Signals nach außen zu benachbarten Knoten, wodurch diese der Reihe nach aktiviert werden, während die Gewichtungen auf das Signal angewendet werden, und zum Ermitteln von einem oder mehreren Fokus-knoten mit den höchsten resultierenden Aktivierungs-signalen.

16. Computersystem nach Anspruch 15, des Weiteren aufweisend eine Ausgabekomponente zum Ausgeben eines resultierenden aktivierte[n] Teils des semantischen Graphen, der für einen Messwert der Metabeziehung in dem Eingabekontext steht.

17. Computersystem nach Anspruch 16, wobei die Ausgabekomponente eine Umgebungskontextkomponente zum Ausgeben eines aktivierte[n] Teilgraphen aufweist, wobei die Aktivierungsgewichtungen von Knoten und Kanten für den Messwert der Metabeziehung stehen.

18. Computersystem nach Anspruch 14, des Weiteren aufweisend eine Gewichtungshinzufügungskomponente, um als Startwert des Graphen Gewichtungen für Messwerte einer Metabeziehung zu ver- wenden, die aus einem Satz von Ressourcen erhalten werden, die unabhängig von der Wissensdaten-

bank sind, welche die Grundlage des semantischen Graphen bildet.

19. Computersystem nach Anspruch 18, des Weiteren aufweisend eine Gewichtungsaktualisierungskomponente zum Aktualisieren der Gewichtungen als Reaktion auf Hinzufügungen zu dem Satz von Ressourcen oder Eingabekontexten.

20. Computersystem nach Anspruch 14, wobei die Gewichtungen Merkmalsvektoren sind und die Laufzeitkomponente die Merkmalsvektoren als Reaktion auf Laufzeiteingaben für die Knoten für Instanzen der Konzepte eines Eingabekontextes berechnet.

21. Computersystem nach Anspruch 20, wobei die Merkmalsvektoren Relevanzfaktoren beinhalten, die auf die Laufzeiteingaben für die Knoten anzuwenden sind.

22. Computersystem nach Anspruch 20, wobei die Merkmalsvektoren zusätzlich zu den Merkmalen der Metadatenbeziehung semantische und/oder lexikalische Merkmale für Instanzen der Konzepte in dem Eingabekontext beinhalten.

23. Computersystem nach Anspruch 20, wobei die Merkmalsvektoren unter Verwendung von statistischen Methoden Konfidenz-Scores für die Gewichtungen und eine Aggregation von Metabeziehungs-messwerten definieren.

24. Computersystem nach Anspruch 14, wobei sich die Metabeziehung auf ein Phänomen in Gestalt eines aus der folgenden Gruppe bezieht, aufweisend: Sentiment-Analyse, Bias-Beurteilung, Bias bei der prädiktiven Analyse, Abfrageerweiterung unter Verwendung eines Informationsabrufs, Risikobeurteilung, georäumliche Inferenz sowie Eignung einer Behandlung, Verwendung oder Handhabung wie z.B. ein Abgleichen von klinischen Studien.

25. Computerprogrammprodukt für eine adaptive Beurteilung von Metabeziehungen in semantischen Graphen, wobei das Computerprogrammprodukt ein durch einen Computer lesbares Speichermedium mit darauf enthaltenen Programmbefehlen aufweist, wobei die Programmbefehle durch ein Computersystem ausführbar sind, um den Prozessor zu veranlassen: einen semantischen Graphen auf Grundlage einer Wissensdatenbank bereitzustellen, in dem Konzepte in Gestalt von Graphenknoten durch semantische Beziehungen in Gestalt von Graphenkanten verknüpft sind; Gewichtungen zum Messen einer Metabeziehung in Metadaten der Kanten und Knoten eines semantischen Graphen zu codieren, wobei die Metabeziehung für die Konzepte des semantischen Graphen gilt und unabhängig von der semantischen Beziehung

ist, die durch die Kanten des semantischen Graphen definiert ist; und eine Graphenaktivierung für einen Eingabekontext durchzuführen, der sich auf ein oder mehrere Konzepte des semantischen Graphen bezieht, wobei die Gewichtungen auf ein Aktivierungsausbreitungs-signal durch den semantischen Graphen angewen-det werden, um für einen Teilsatz von Konzepten des semantischen Graphen einen Messwert der Metabe-ziehung zu erzeugen.

26. Computerprogramm, aufweisend ein Programmcodemittel, das so gestaltet ist, dass es das Verfahren nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 13 durchführt, wenn das Programm auf einem Com-puter ausgeführt wird.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

100

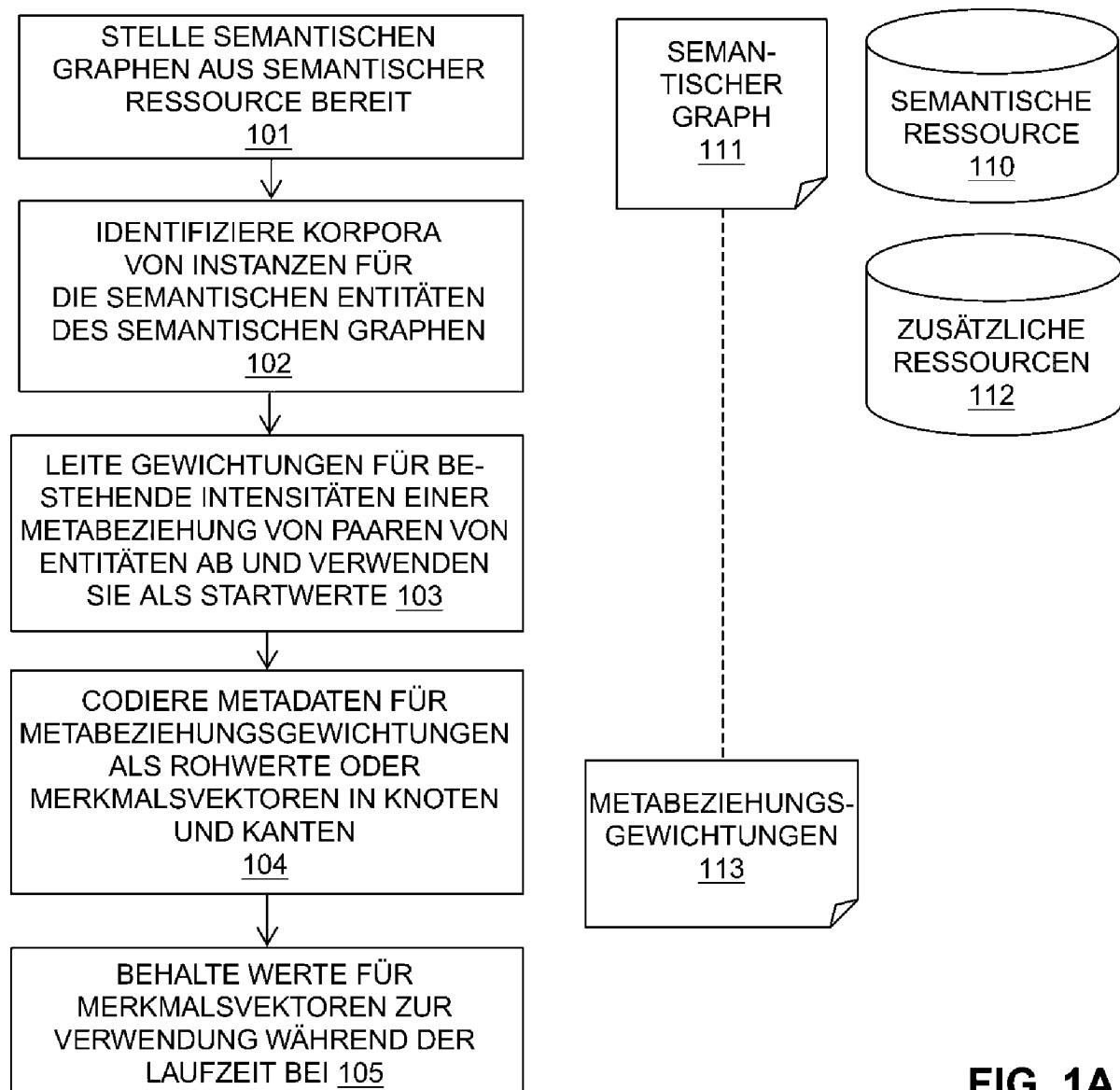
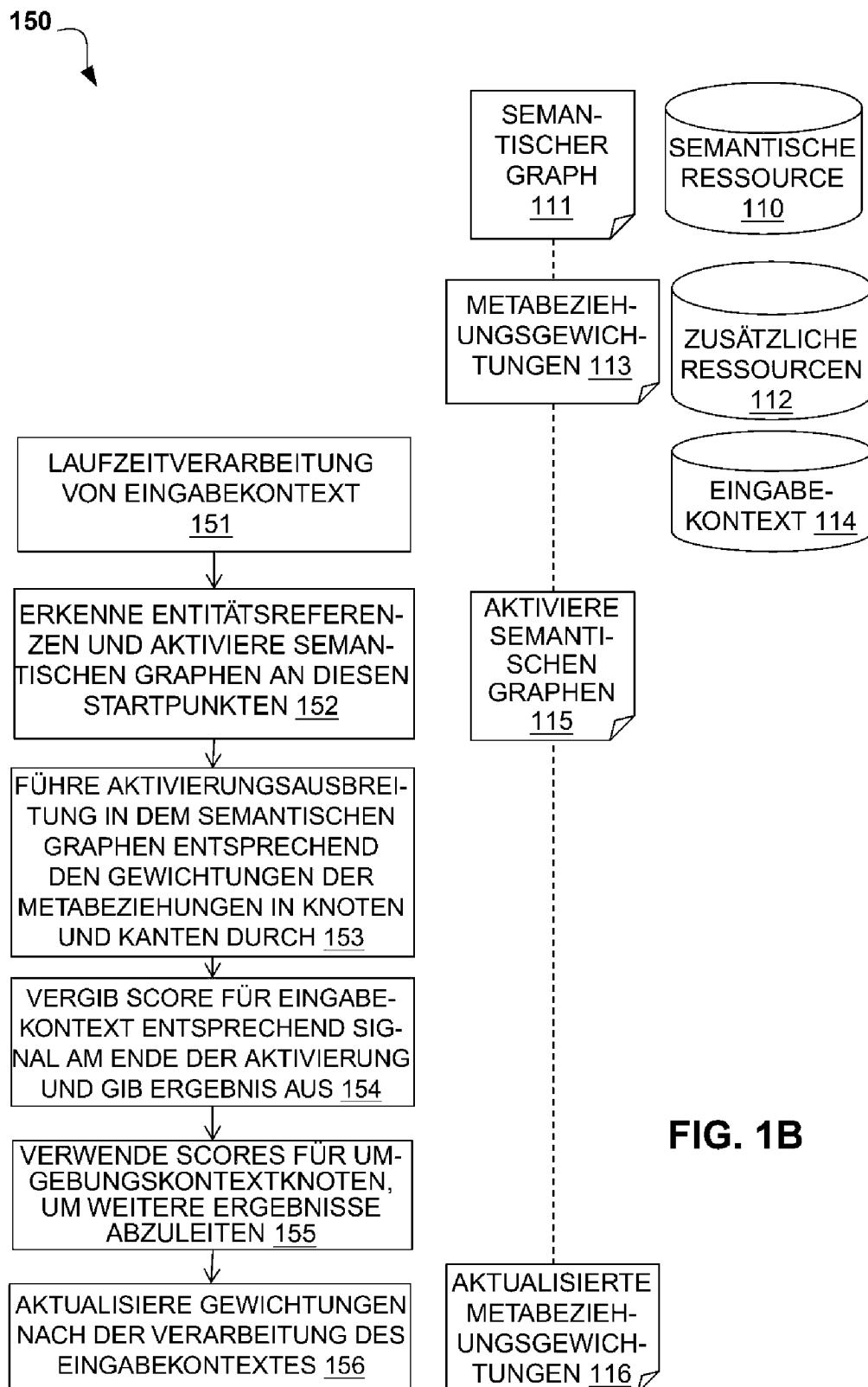


FIG. 1A

**FIG. 1B**

200

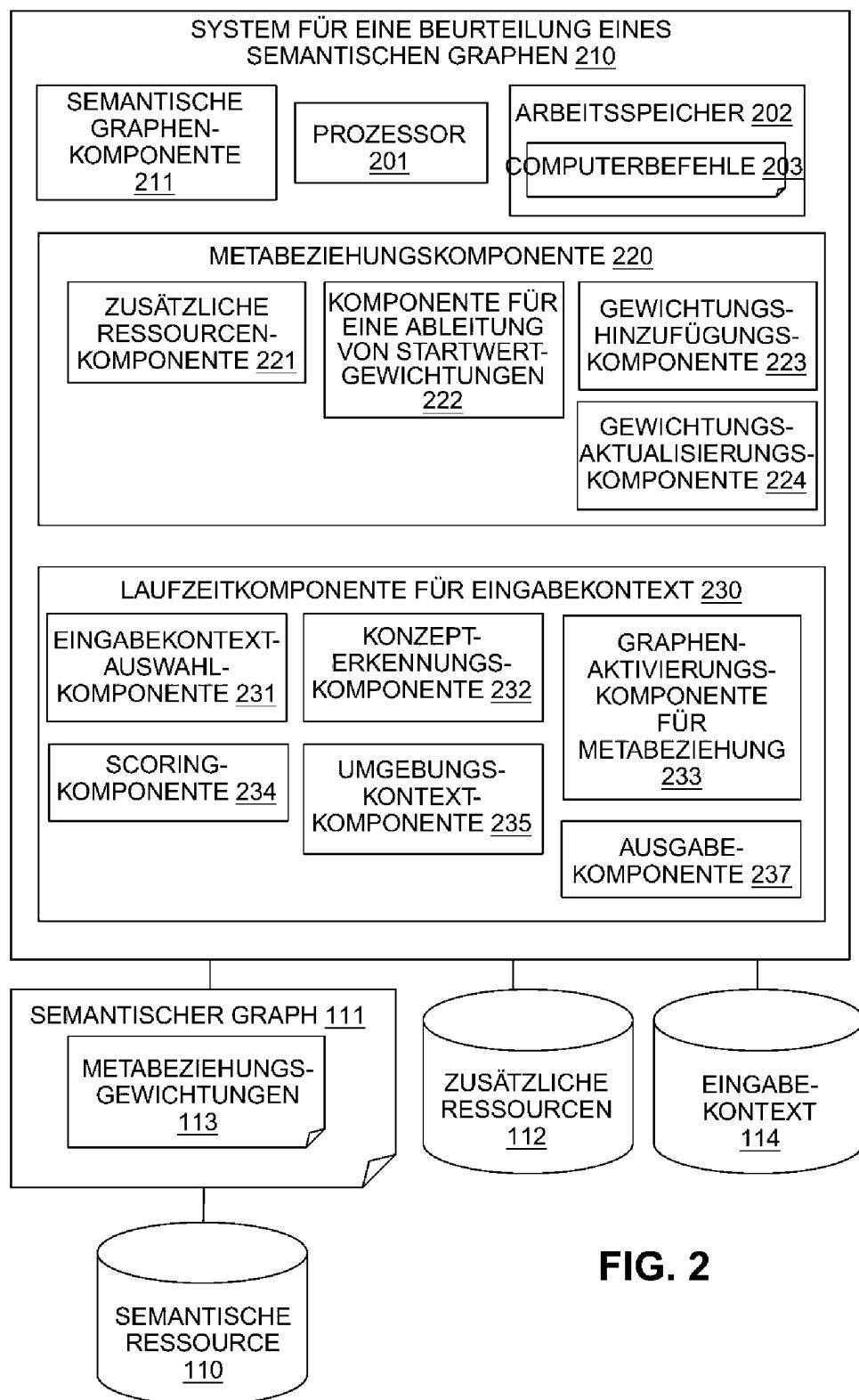


FIG. 2

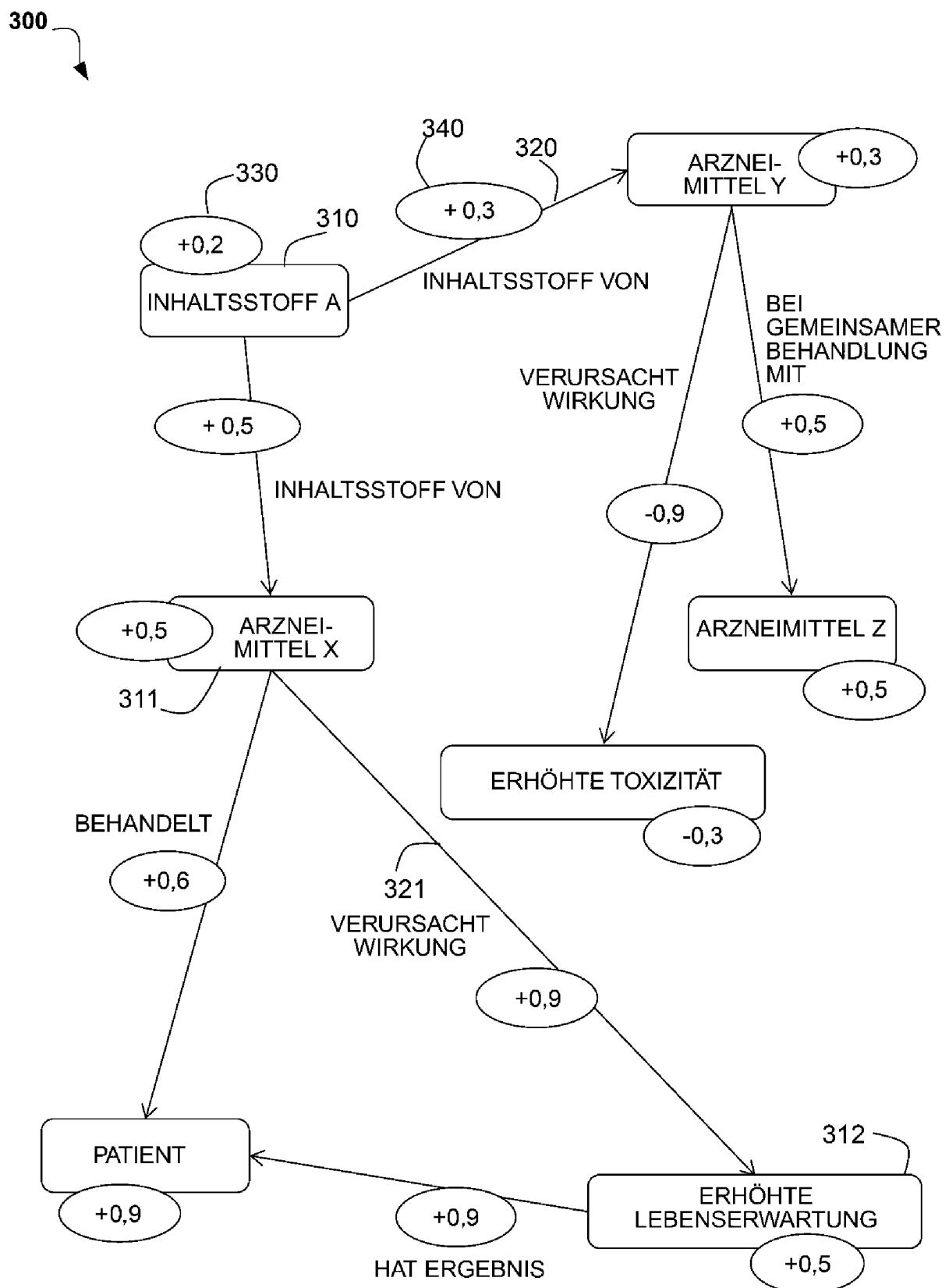


FIG. 3

400

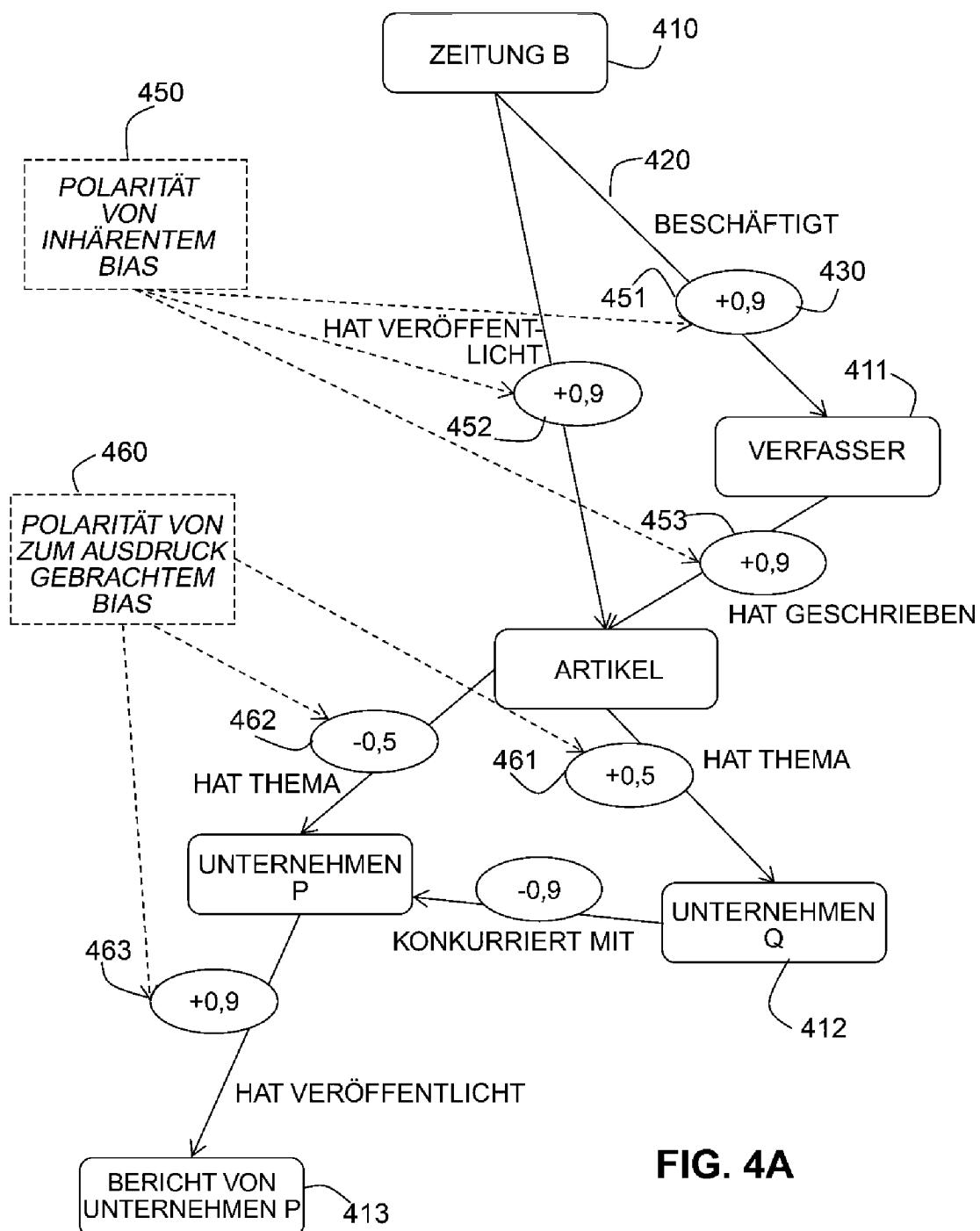
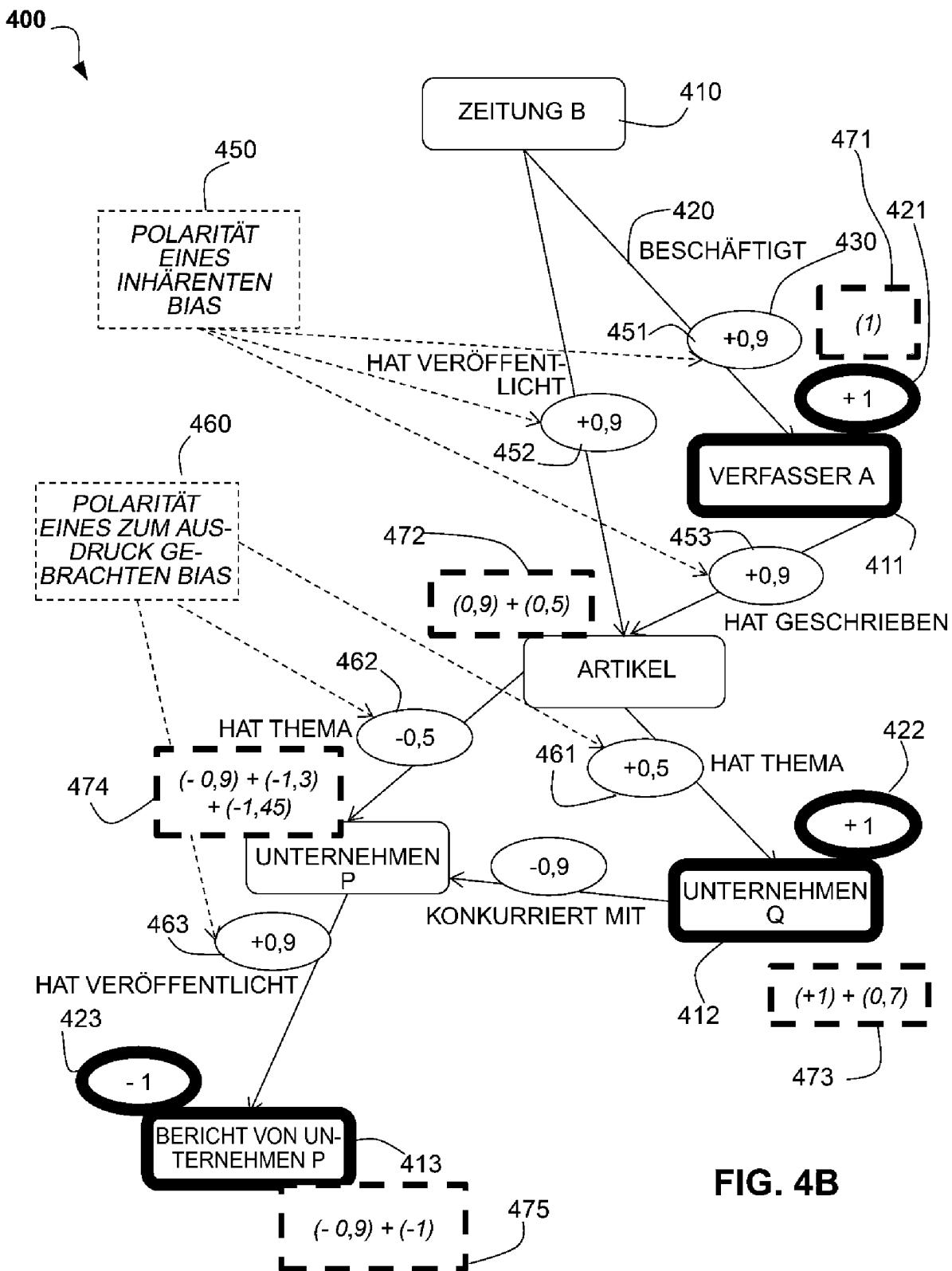


FIG. 4A



**FIG. 4B**

500

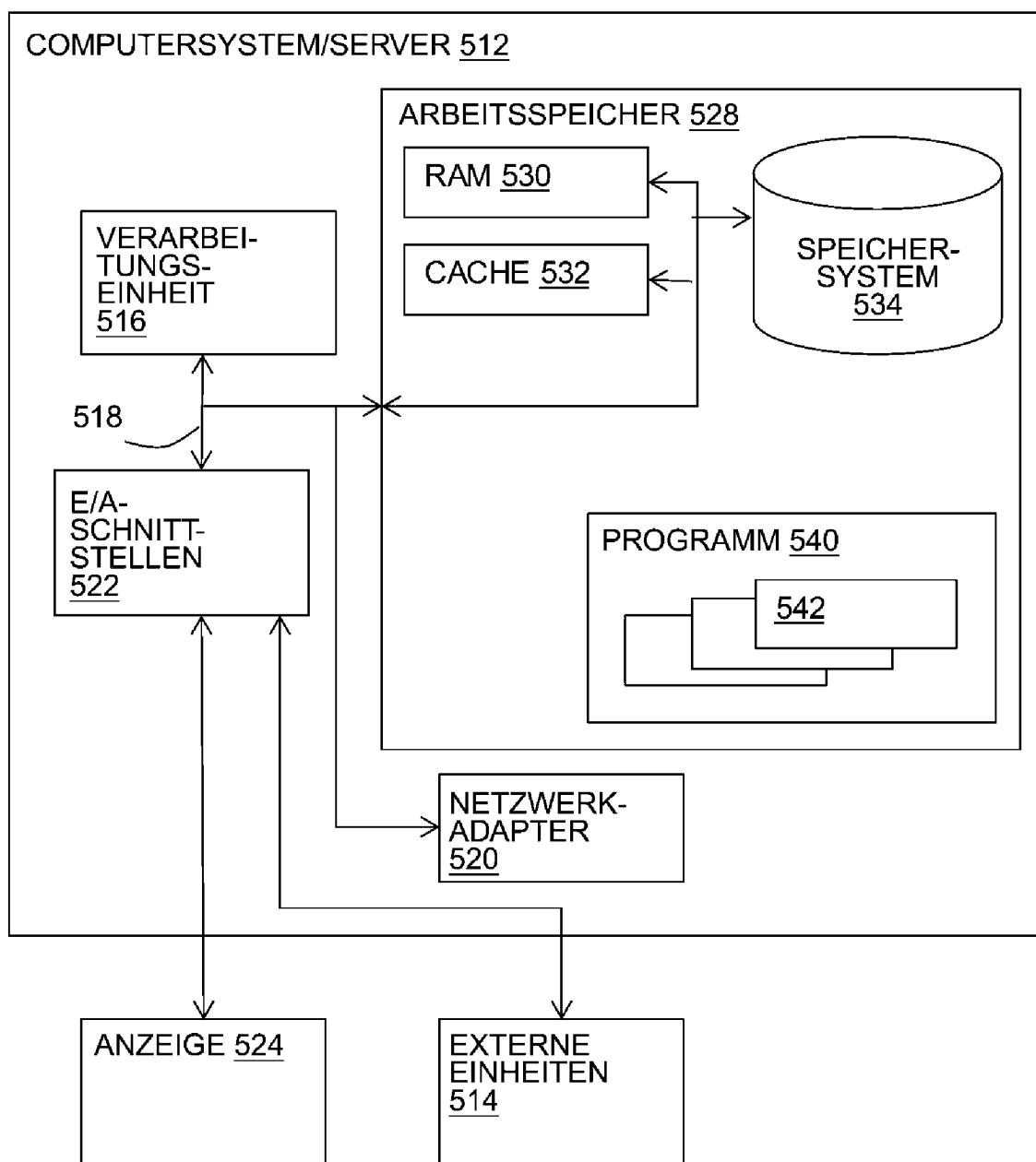


FIG. 5

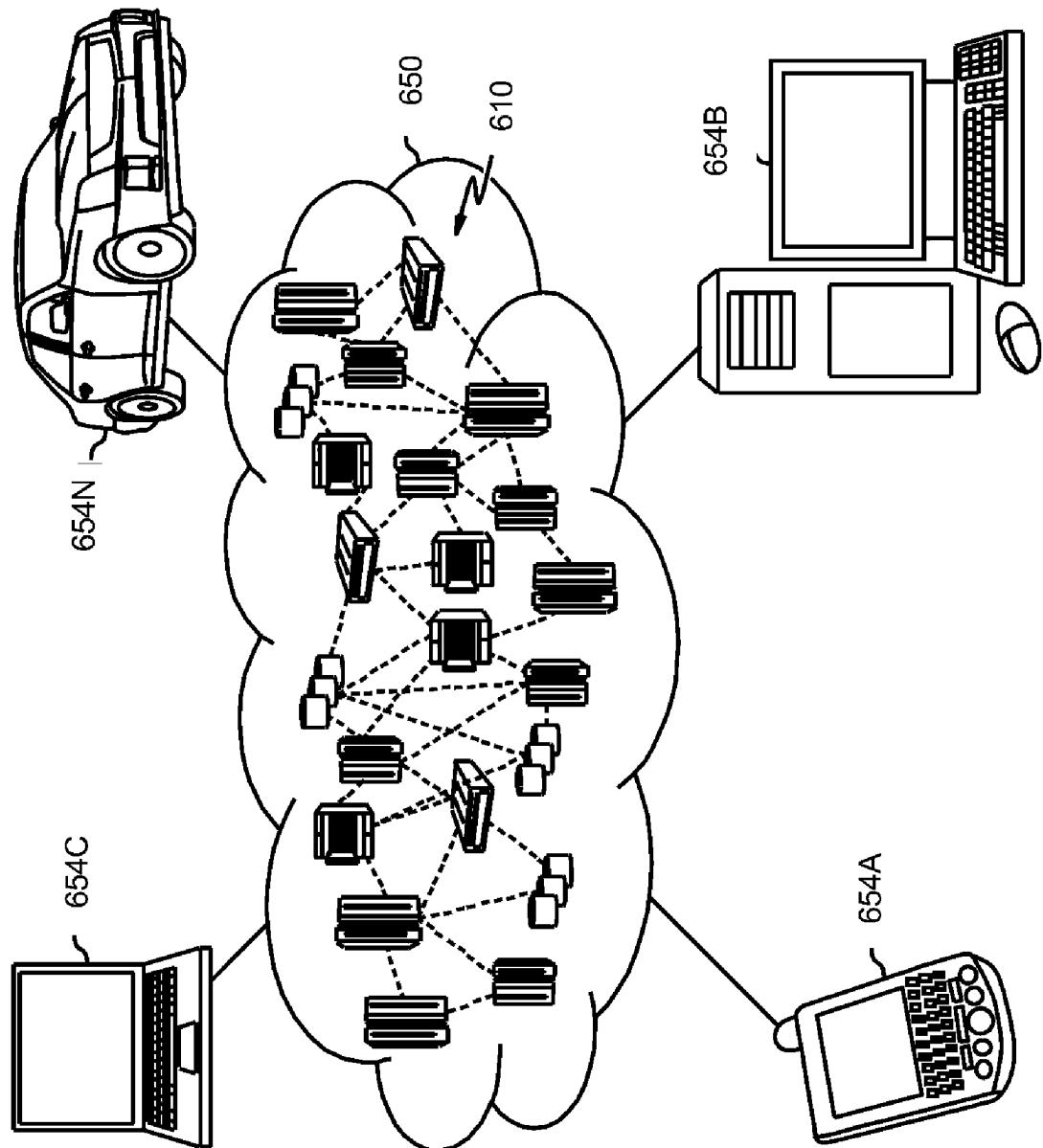


FIG. 6

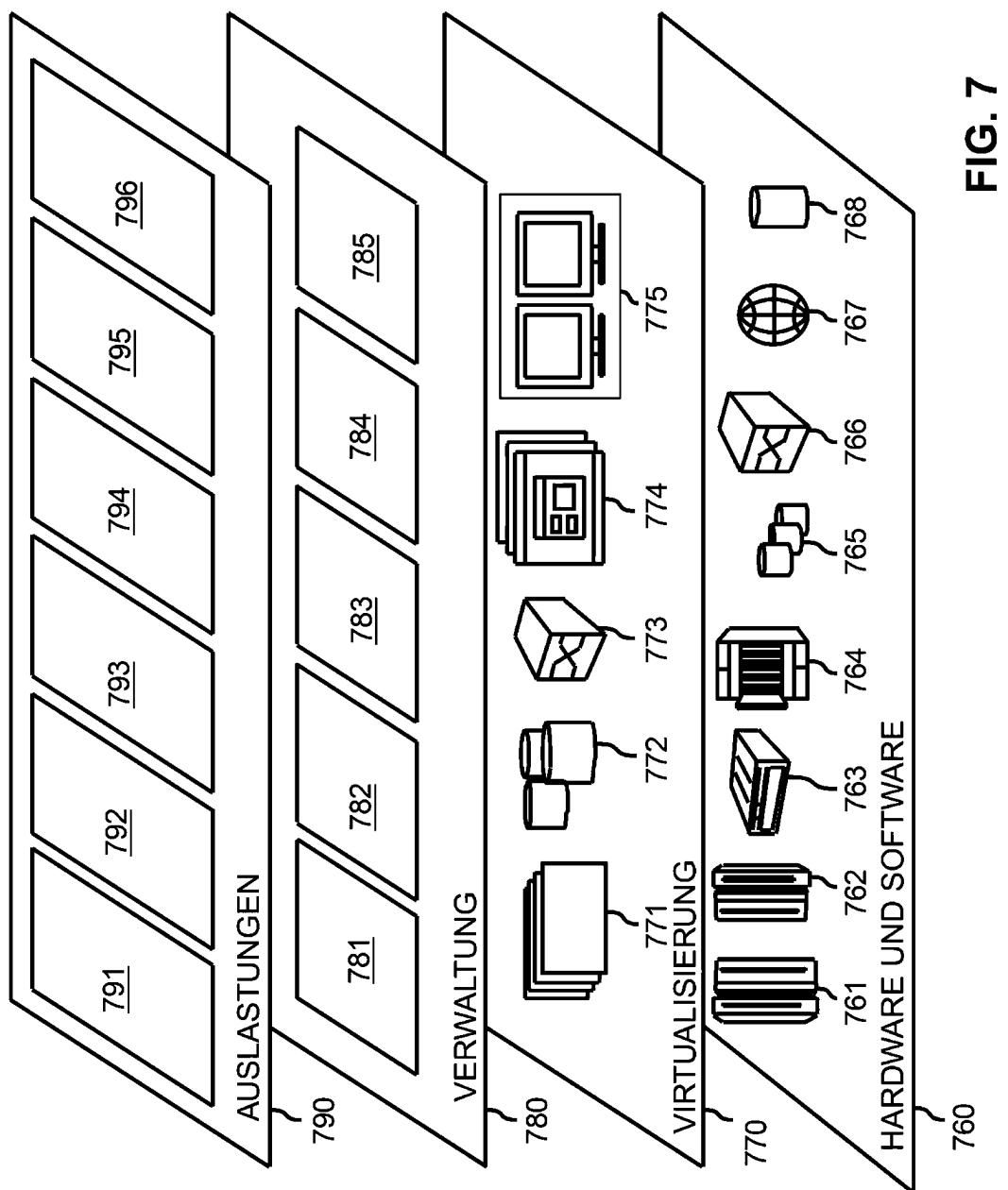


FIG. 7