Das menschliche Gedächtnis setzt sich aus zwei zentralen Komponenten zusammen: einem semantischen Teil für allgemeines, kulturell geteiltes Wissen und einem episodischen Teil für persönlich Erlebtes. Diese Kombination ermöglicht es uns, Bedeutung zu erkenn und Erinnerung einzuordnen. Wörter und Phrasen können je nach Kontext verschiedene Bedeutungen haben und ohne Kontext können die Bedeutung vieler Ausdrücke unklar bleiben. Selbst strukturierte Informationen wie Zeitangaben entfalten ihre Bedeutung nur, wenn man die dahinterliegende Syntax kennt und weiß, wie diese Information zu lesen ist. Syntax gibt die Regeln vor, nach denen Zeichen geordnet sind, während Semantik ihre inhaltliche Bedeutung beschreibt. Pragmatik geht über die Bedeutungszuweisung hinaus und fragt nach dem Zweck und der Absicht sprachlicher Äußerungen. Sie ist entscheidend für eine vollständige Interpretation von Sprache im Handlungszusammenhang. Während Menschen über kognitive Fähigkeiten verfügen, um sprachliche Bedeutung intuitiv zu erfassen, muss diese Fähigkeit bei Maschinen künstlich nachgebildet oder kompensiert werden (vgl. Dengel 2012: 10–11, 13). Damit Computer Bedeutungen erkennen und verarbeiten können, muss Wissen formalisiert und in eine strukturierte Form gebracht werden. Nur so ist es möglich, Objekte maschinell zu kategorisieren, Relationen herzustellen und Kontexte zu berücksichtigen (vgl. ebd. 21).

Wissen soll nicht mehr als statische Ansammlung von Fakten verstanden werden, sondern als ein dynamisches Netz miteinander verbundener Information. In unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen wird zunehmend anerkannt, dass Objekte viele Bedeutungen und Verbindungen aufweisen (vgl. Werner 2020: 247). Dies macht deutlich, dass Daten ohne ihren Kontext kaum aussagekräftig sind (vgl. Dengel 2012: 5). Durch technologische Entwicklungen ist es möglich, Metadaten systematisch mit externem Wissen zu vernetzen (vgl. Werner 2020: 247). Dabei entsteht ein semantischer Raum, in dem Daten nicht isoliert, sondern relational verstanden und genutzt werden (vgl. Dengel 2012: 5). Diese Anforderung bildet die Grundlage für Konzepte wie Semantic Web.

Das Konzept Semantic Web geht auf Tim Berners-Lee zurück und zielt darauf ab, Informationen im World Wide Web automatisch und maschinell interpretierbar zu machen (vgl. Dörpinghaus 2022). Mit den Technologien des Semantic Web können Nutzer:innen Datenspeicher im Web aufbauen, Vokabulare entwickeln und Regeln zur Datenverarbeitung festlegen (vgl. Kamzelak 2018: 424). Es erweitert das bestehende Web, nutzt dessen globale Indexierungs- und Benennungssysteme und ist sowohl mit herkömmlichen Browsern als auch mit semantisch-fähiger Software zugänglich (vgl. Domingue/Fensel/Hendler 2011: 5).

In der Informatik wird unter dem Begriff *Semantik* die Verknüpfung von Informationen verstanden, wobei der Fokus auf den Regeln zur Strukturierung und Interpretation dieser Daten liegt. Ziel ist es, gleichartige Informationen, die an unterschiedlichen Orten gespeichert sind, miteinander in Beziehung zu setzen (vgl. Kamzelak 2018: 424). Im Kontext des Semantic Web soll jeder Begriff eine eindeutige Kennung erhalten, um Identitäten klar aufzulösen (Domingue/Fensel/ Hendler 2011: 5). Ein zentrales Element ist dabei die Repräsentation von Zusatzinformationen (Metadaten) in einer Form, die von Maschinen interpretiert werden kann (vgl. Grütter 2008: 75). Semantische Metainformationen dienen dabei als Verknüpfung der Daten, die idealerweise öffentlich zugänglich sind. Dies bildet die Grundlage für ein maschinenlesbares Wissensnetzwerk (vgl. Dörpinghaus 2022). Solche semantischen Netze organisieren Wissen durch strukturierte, graphische Darstellung, meist in Form von Knoten und Kanten: Graphen (vgl. Dengel 2012: 34).

Graphen dienen als mathematische Modelle zur formalen Beschreibung netzartiger Strukturen. Solche Systeme zeichnen sich typischerweise durch Zusammensetzung von zwei strukturell unterschiedlichen Objektklassen. In der Terminologie der Graphentheorie werden diese beiden Elementen als Knoten (Objekte) und Kanten (Verbindungen bzw. Beziehungen) bezeichnet (vgl. Tittmann 2019: 11), wobei die Knoten Entitäten eines bestimmten Bereichs wie bspw. eine Person oder ein Produkt repräsentieren. Die Kanten verknüpfen diese Entitäten miteinander und geben die Art der Verbindung zwischen ihnen an (vgl. Barrasa/ Webber 2023: [Introducing Knowlege Graphs](https://learning.oreilly.com/library/view/building-knowledge-graphs/9781098127091/ch01.html#idm45681067535008)).

In der Graphentheorie (Euler 1736) werden zunächst die rein topologischen Eigenschaften der Netzstruktur untersucht. Ein Graph G = (V, E) wird formal durch die Knotenmenge (V) und Kantenmenge (E) definiert. Zwei Knoten u, v ∈ V gelten als benachbart oder als Nachbarn, wenn es eine Kante {u, v} ∈ E gibt, die sie miteinander verbindet. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen *gerichteten* (Kanten haben eine Richtung haben (u, v) ≠ (v, u)) und *ungerichteten* (Kanten haben keine Richtung (u, v) ∈ E ⇔ (v, u) ∈ E) Graphen (vgl. Tittmann 2019: 11; vgl. Dörpinghaus 2022).

Knoten können für die Personen, Ereignisse oder Eigenschaften stehen, während Kanten deren assoziative Beziehungen abbilden. Dabei wird Wissen nicht isoliert, sondern über Verknüpfungen zugänglich gemacht (vgl. Dengel 2012: 34). Der Satz *Lena fährt Fahrrad* lässt sich durch ein einfaches Semantisches Netz darstellen (Abbildung 2).

fährt

Abb. 2 Semantisches Netz für den Satz *Lena fährt Fahrrad*

Wissen wird nicht nur in einfache Form eines Tripels (Subjekt – Prädikat – Objekt) dargestellt, kann auch komplexe Konstruktionen, wie Sätze mit mehreren Beteiligten oder Rollen abgebildet werden (vgl. Dengel 2012: 34).

kommt\_aus

fährt\_zu

fährt\_mit

Abb. 2 Semantisches Netz für den Satz *Lena fährt mit dem Fahrrad zu einem Freund, der gerade aus Berlin zurück ist.*

Die Verbindungen haben immer eine definierte Richtung, die von einem Knoten zu einem anderen verläuft und können ebenfalls keine oder mehrere Eigenschaften besitzen. Dabei hat jede Beziehung immer einen Start- und einen Endknoten (vgl. Barrasa/ Webber 2023: [Introducing Knowlege Graphs](https://learning.oreilly.com/library/view/building-knowledge-graphs/9781098127091/ch01.html#idm45681067535008)). Die Beziehungen sind oft bidirektional, werden aber häufig in einer bestimmten Richtung benötigt (vgl. Dengel 2012: 34).

Durch ihre flexible Struktur können Graphen verschiedenartige Datenquellen verknüpfen und unterschiedliche Beziehungstypen und Anwendungsbereiche abzudecken (Heist et al. 2021: 128). Unterschiedliche Visualisierungen desselben Graphen können dabei verschiedene strukturelle Merkmale sichtbar machen oder in den Vordergrund rücken. Bei der Darstellung gerichteter Graphen wird die Richtung der Relationen zwischen den Knoten üblicherweise durch Pfeile gekennzeichnet (vgl. Dörpinghaus 2022). Diese Struktur dient dazu, Objekte und deren Eigenschaften mit verschiedenen Formen von Relationen zu verbinden, um sie besser zu verstehen (vgl. Dengel 2012: 35).

Das World Wide Web Consortium (W3C) entwickelte die Grundprinzipien des Semantik Web und stellte standardisierte Sprachen bereit (vgl. Davies/ Studer/ Warren 2006: 2). Auf diese Grundlage entstehen innovative Dienste, die den Austausch und die gemeinsame Nutzung von Wissen vereinfachen (vgl. Dengel 2012: 9). Technologien wie RDF (Resource Description Framework), OWL (Web Ontology Language) oder SPARQL (Protocol and RDF Query Language) ermöglichen es, komplexe Sachverhalte durch semantisch angereichte Beziehungen zwischen Daten dazustellen Aus diesen Daten bildet sich ein Informationsnetz, der durch seine offene Struktur eine vielseitige Verknüpfung erlaubt. Jede Information kann über eine URI (Uniform Resource Identifier) eindeutig angesprochen werden, wodurch sie mit anderen externen, offenen und öffentlich zugänglichen Datenquellen im Web verbunden werden kann (vgl. Andraschke/Wagner 2020: 118–119).

Die semantisch angereichten Daten werden in sog. RDF-Tripeln modelliert. In der Praxis werden solche strukturierte Daten als LOD (Linked Open Data) bezeichnet (vgl. Andraschke/Wagner 2020: 119).