



# 1. Einleitung

Die vorliegende Darstellung geht der Frage nach, was Information im naturwissenschaftlichen Sinne heute bedeutet. Sie fasst dazu die Geschichte und den gegenwärtigen Stand der Diskussion zum Wesen der Information in Physik, Biologie und Informatik, Statistik, Logik und Erkenntnistheorie zusammen.

Vier Stränge struktur- und naturwissenschaftlicher Erkenntnisbildung werden dabei verfolgt (Kapitel 2): Der erste Entwicklungsstrang stellt mit der Informationstheorie die Information unmittelbar in den Mittelpunkt. Dabei wird bereits die enge Beziehung des Shannonschen Verständnis von Information mit der Entropie der Thermodynamik deutlich. Diese steht dann mit der Herleitung von Entropie und Information im Zentrum des zweiten Entwicklungsstranges. Die lang anhaltende Auseinandersetzung in der Physik mit dem Maxwellschen Dämon findet hier besondere Berücksichtigung. Dieser Maxwellsche Dämon stellte über Jahrzehnte eine gewisse Bedrohung für den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik dar und konnte erst über die vertiefte Auseinandersetzung mit dem Wesen Information ausgeschaltet werden. Der dritte Entwicklungsstrang verläuft über die Quantenphysik. Für die Quantenphysik erweist sich heute die Interpretation der Rolle von Information als Schlüssel zum Verständnis ihrer Phänomene. Entsprechend substanziell hat sie ihrerseits das heutige Verständnis von Information beeinflusst. Hier stehen das Messproblem, Superposition und Verschränkung im Mittelpunkt der Darstellung. Insbesondere auch das Quanten-Computing als Erweiterung der „klassischen“ Manipulation von Information mit Turing-Maschinen. Einem ausgewählten Zweig des wissenschaftlichen Diskurses folgend, werden wir Denkansätze, die der Information als physikalisches Phänomen eine Bedeutung zuweisen, besonders berücksichtigen. Im vierten Strang werden die evolutionäre Biologie und die Entwicklung der Wahrnehmung beim Menschen betrachtet.

Die Repräsentation von Information wird in Kapitel 3 beleuchtet, wobei deren Verwendung in der Statistik und Logik eine zentrale Rolle des Diskurses zukommt. Information wird über ihre Repräsentation erst zugänglich und ist insofern auch eng mit ihrem



Wesen verknüpft. Information hat in der Statistik und der Logik eine abstrakte Rolle und wird zum Verifizieren, (logischem) Schließen für Voraussagen, oder zum Beweisen / Widerlegen verwendet. Dies ist notwendig, um die Welt im Kleinsten zu „erfahren“ und zu verstehen. Eine besondere Bedeutung kommt dieser Betrachtung zu, weil elementare (kleinste) Entitäten in dieser Welt vermutlich nicht nur aus reiner Materie bestehen, sondern weil Information eine Eigenschaft von ihr ist.<sup>1</sup>

Die Zusammenführung dieser Stränge greift nicht zuletzt zur Hypothese John Wheelers „It from Bit“ auf und damit zur These, dass materielle Existenz und das Seiende überhaupt erst über Information als Grundeinheit der Natur - versus der Materie - möglich ist. Ein Abschnitt zur diesbezüglichen erkenntnistheoretischen Einordnung des Quanten-Computings schließt die Darstellung ab.

Die grundlegenden Gedanken der Logik kommen aus der Philosophie. Die Untersuchung von Information in der heutigen Philosophie über Ontologie und Erkenntnis ist Gegenstand von Kapitel 4. In unserer Darstellung dazu konzentrieren wir uns auf naturphilosophische Aspekte, auf eine Diskussion des Konstruktivismus als erkenntnistheoretisches Modell, und auf die evolutionäre Erkenntnistheorie als Erklärungsmodell für das evolutionäre Entstehen von Erkenntnis bzw. Realitätswahrnehmung.

Wir ordnen den vorliegenden Beitrag als wissenschaftstheoretische Darstellung einer interdisziplinären Thematik ein. Dabei wollen wir, nachdem wir aktuelle Erkenntnisse zu Wesen und Eigenschaften der Information herausgearbeitet haben, uns fragen, wie aus der Information Wissen und Erkenntnis werden kann. Hierzu gibt Kapitel 5 mit einer konsolidierten Sicht auf den Begriff Information eine Antwort. Der Beitrag schließt mit einem Resümee und Ausblick.

---

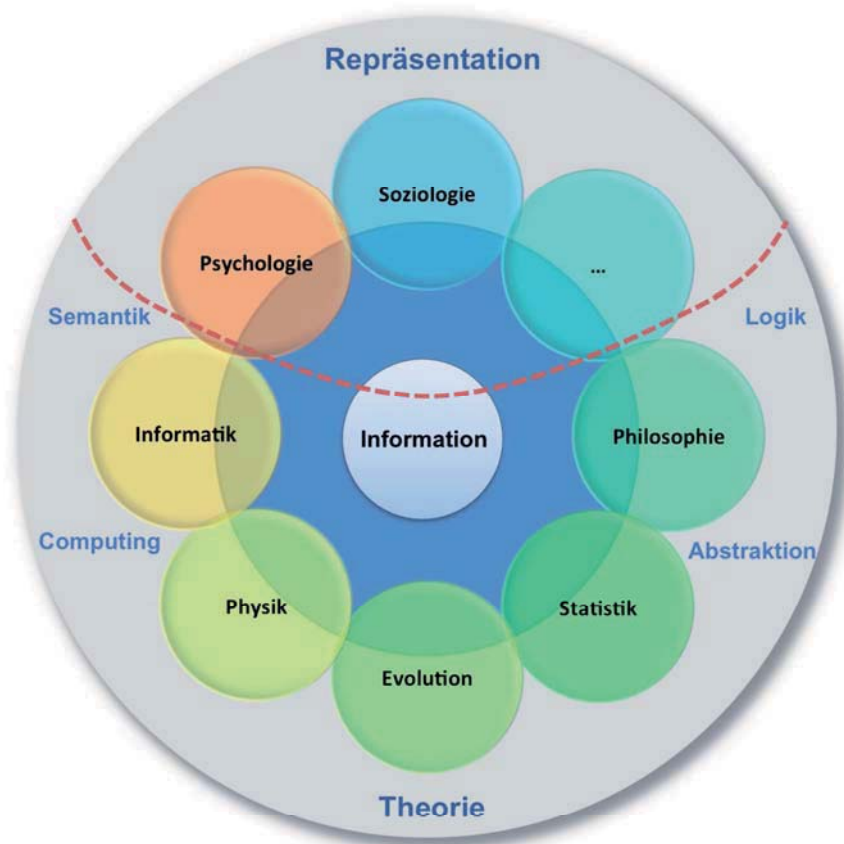
<sup>1</sup> Lochmann, D., 2004. Vom Wesen der Information. Books on Demand GmbH, Norderstedt, ISBN 3-884-1691-2.



Wir streben in unserer Darstellung Allgemeinverständlichkeit an und verzichten insbesondere auf mathematische und formale Notation.

## 1.1. Der Rahmen dieses Diskurses

In unserem Beitrag gehen wir der Natur und dem Wesen der Information aus aktuell wissenschaftlicher Sicht nach. Dabei konzentrieren wir uns auf eine naturwissenschaftliche und technische Perspektive mit den Schwerpunkten in der Thermodynamik, der Informationstheorie, der Quantenphysik, der Biologie und der (Quanten-)Informatik (Abbildung 1). Dies wohl wissend,



**Abb. 1** Eine struktur- und naturwissenschaftliche Fokussierung auf die Information

dass die Deutung quantenphysikalischer Phänomene alles andere als unstrittig geblieben ist.

Wir gehen dabei der These nach, dass Information nicht nur für das Verständnis vom Aufbau der Welt grundlegend ist, sondern auch fundamentale Bedeutung für den Aufbau der Welt hat. Dies können wir sinnvoll tun, indem wir uns der Frage nach der Reali-



tät, d.h. deren Bedeutung und dem heutigen wissenschaftlichen Verständnis dazu, stellen. Motiviert wird dieses Vorgehen durch die Entwicklung der Quantenphysik in der Begriffe wie Energie, Raum, Materie, Feld oder Teilchen anders interpretiert werden müssen als in der klassischen Physik. Holger Lyre<sup>2</sup> begründet dies folgendermaßen: „Dies lässt sich als ein erstes Indiz dessen ansehen, dass der fundamentale begriffliche Aufbau der Quantenphysik eines ontologisch abstrakteren Begriffs bedarf - und hier wird sich der Informationsbegriff als Kandidat erweisen“.

## 1.2. Was ist eigentlich Information oder was ist Information *eigentlich*?

Seit den tiefgreifenden Umwälzungen in der Physik, die mit den Grundlagen der Quantenphysik vor nunmehr über 100 Jahren<sup>3</sup> einsetzen, taucht die Information immer wieder im Zusammenhang mit Entropie, mit Energie sowie mit der Deutung quantenphysikalischer Phänomene wie dem der Verschränkung auf. Information gehört offenbar ebenso zu den fundamentalen Grundlagen der „Funktionsweise“ der Natur wie sie, seit der Identifizierung der DNA als Informationsträger in der Genetik, Bestandteil der fundamentalen „Funktionsweisen“ des Lebens ist. Ein schlüssiges Gesamtbild zum Wesen der Information steht jedoch bis heute aus.

---

<sup>2</sup> Lyre, H., 2012. Informationstheorie: Eine philosophisch-naturwissenschaftliche Einführung, UTB, Stuttgart.

<sup>3</sup> Kumar, M., 2009. Quantum: Einstein, Bohr and the Great Debate About the Nature of Reality, Icon Books, p. 27 (übersetzt): „Max Planck stellte seine Formel zur Schwarzkörperstrahlung, die auf quantisierter Energie beruht, am 14. Dezember 1900 in Berlin vor. Dies ohne große innere Überzeugung übrigens, er betrachtete die eingeführten Energiequanten als eine „rein formale Annahme“ ohne Bezug zur realen Natur.“