

Skizze, Graphik, Diagramm – Bilder als Erkenntnisquelle in den Wissenschaften?

Der epistemische Status wissenschaftlicher Visualisierungen

Projektbericht

Visualisierungen wie Fotografien, Computergraphiken, instrumentell erzeugte Bilder usw. spielen eine wichtige Rolle in den Wissenschaften. Dabei finden visuelle Repräsentationen nicht nur in vielfältigen Erscheinungsformen, sondern auch zu unterschiedlichsten Zwecken Verwendung. Oft werden sie dazu genutzt, Forschungsergebnisse zu vermitteln (Kommunikationskontext). Hier treten sie als fester Bestandteil wissenschaftlicher Publikationen, Präsentationen und Vorträge auf. Darüber hinaus sind sie im genuinen Forschungsumfeld zu finden (Forschungskontext), wo sie z.B. selbst den Forschungsgegenstand darstellen (z.B. Höhlenmalerei in der Archäologie) oder als Substitut des Forschungsobjekts dienen (z.B. Visualisierungen von Messdaten in der Physik). Trotz dieser weiten Verbreitung unterschiedlichster visueller Repräsentationen in der wissenschaftlichen Informationsgewinnung, -evaluation und -verbreitung stand eine systematische wissenschaftstheoretische Analyse des Phänomens lange Zeit aus. Auf dieses Missverhältnis, das sich aus der Feststellung der Ubiquität visueller Repräsentationen in der wissenschaftlichen Praxis und ihrer Nichtbeachtung in der wissenschaftstheoretischen Diskussion ergibt, hat Laura Perini (2005) hingewiesen. Ziel des Projekts war es, diese Lücke zu schließen.

Eine Erklärung für diese Nichtbeachtung visueller Darstellungen in der wissenschaftstheoretischen Reflexion kann in der philosophisch begründeten Annahme gesehen werden, dass nur satzartige Aussagen Wahrheitswertträger sein können. Die Wahrheitswertfähigkeit von Aussagen ist von besonderer Relevanz im epistemischen Kontext, da weiter angenommen wird, dass wissenschaftliche Erkenntnis in Form von Argumenten (das heißt, mittels Prämissen, aus denen Schlussfolgerungen logisch abgeleitet werden) vermittelt wird. Will man Argumente kritisch auf ihre Schlüssig- und Gültigkeit hin überprüfen, muss man einerseits klären, ob die Prämissen die Ableitung der Konklusion erlauben, die relevante Information in diesen also bereits enthalten ist. Und zum anderen muss untersucht werden, ob Prämissen und Konklusion wahre Aussagen enthalten oder nicht. Aus dieser Überlegung folgt, dass, wenn visuelle Repräsentationen keine Wahrheitswertträger sein können, sie auch nicht die Funktion echter Bestandteile wissenschaftlicher Argumente übernehmen und nicht zur Vermittlung von Wissen beitragen können. Treten sie dennoch in diesem Kontext auf, kann ihnen lediglich eine nichtepistemische Funktion zugeschrieben werden, z.B. die Emotionen des Rezipienten anzusprechen.



Dr. Nicola Möbner war von Oktober 2015 bis September 2016 Alfried Krupp Junior Fellow. Derzeit ist sie Vertretungsprofessorin für Fachdidaktik Philosophie und einen weiteren Schwerpunkt am Philosophischen Seminar der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Dr. Nicola Möbner studierte Germanistik, Philosophie und Politologie an der Universität Hamburg. Sie wurde an der Universität Münster im Fach Philosophie promoviert. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen in der Sozialen Erkenntnistheorie und der Wissenschaftstheorie. Sie arbeitete am Philosophischen Seminar und am Zentrum für Wissenschaftstheorie an der Uni-

versität Münster sowie am Philosophischen Institut der RWTH Aachen. In Aachen führte sie das DFG-finanzierte Forschungsprojekt „Visualisierungen in den Wissenschaften – eine wissenschaftstheoretische Untersuchung“ durch. Ihre Arbeit „Können Bilder Argumente sein?“ wurde im Jahr 2011 vom Forschungsinstitut für Philosophie in Hannover prämiert.

Kurzvita

» Der epistemische Status wissenschaftlicher Visualisierungen

Visualisierungen sind in der wissenschaftlichen Praxis weit verbreitet. Fotografien, Computergraphiken, Diagramme usw. werden oftmals dazu genutzt, wichtige Forschungsergebnisse in Publikationen oder Vorträgen zu kommunizieren. Ferner sind visuelle Darstellungen häufig selbst Gegenstand der Forschung. Beispielsweise werden Messergebnisse wissenschaftlicher Experimente oft als Visualisierungen ausgegeben. Forschungsfragen werden dann direkt anhand dieser visuellen Daten untersucht.

In der Wissenschaftstheorie werden die Methoden der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung kritisch reflektiert. Namenhafte Philosophen haben sich hier z.B. mit der Frage befasst, was ein wissenschaftliches Experiment ausmacht, ob man Forschungshypothesen bestätigen oder wissenschaftlichen Beobachtungen im Streben nach Erkenntnis vertrauen könne. Wenig Beachtung fanden in diesen Untersuchungen bisher aber die visu-

ellen Darstellungen, wie sie im Kommunikations- und Forschungskontext der Wissenschaften vielfach Verwendung finden. Der Ansatzpunkt des Forschungsprojektes lag in der Aufklärung dieses offensichtlichen Missverhältnisses einer weitreichenden Nutzung wissenschaftlicher Visualisierungen zum Zweck der Erkenntnisgewinnung sowie -vermittlung und deren mangelhaften Beachtung in der wissenschaftstheoretischen Reflexion. Im Rahmen des Projekts wurde untersucht, welche philosophischen Hintergrundannahmen die erforderliche theoretische Reflexion behindern. Analysiert wurde darüber hinaus, welche Rolle visuelle Darstellungen in der Wissensvermittlung und der Erkenntnisgewinnung spielen können. Schließlich wurde danach gefragt, ob manche visuellen Darstellungen das Potential besitzen, in bestimmten Kontexten für die in den Wissenschaften verfolgten epistemischen Projekte unabdingbar zu sein.

Fellow-Projekt

chen oder die Aufmerksamkeit des Betrachters zu binden.

Allerdings scheint eine solche, aus epistemologischer Perspektive abwertende, Deutung der Funktion wissenschaftlicher Visualisierungen nicht vereinbar zu sein mit deren Handhabung in der wissenschaftlichen Praxis. So führt Klaus Hentschel (2014) an, dass in wissenschaftlichen Zeitschriftenpublikationen eine entscheidende Dominanz visueller Repräsentationen ausgemacht werden könne. In Fachaufsätzen aus dem Bereich der Physik kämen durchschnittlich zwölf, in der Biologie durchschnittlich 14,8 visuelle Darstellungen auf zehn Seiten Text (vgl. ebd., 30). Es scheint mehr als unwahrscheinlich, dass die Autoren dieser Beiträge so viel Wert auf Visualisierungen legen, nur um psychologische Effekte wie Emotionalisierung und Aufmerksamkeitsbindung zu erzielen.

Im Rahmen des Projekts wurde das aufgezeigte Missverhältnis zwischen wissenschaftstheoretischer Betrachtung und praktischer Handhabung visueller Darstellungen in epistemischen Prozessen der Wissenschaften kritisch in den Blick genommen. Insbesondere wurde die Möglichkeit untersucht, *gegen* die klassische These der Untauglichkeit visueller Repräsentationen *für* wissenschaftliche Argumente und damit für einen positiven epistemischen Status visueller Darstellungen zu argumentieren. Die Untersuchung erfolgte dabei in drei Abschnitten:

1. Gibt es visuelle Argumente?

In einem ersten Arbeitsschritt wurde auf die Möglichkeit eines epistemischen Beitrags visueller Darstellungen zu wissenschaftlichen Argumenten genauer eingegangen. Hierzu wurde zunächst genauer analysiert, welche philosophischen Problemstellungen im Hintergrund einer in epistemologischer Hinsicht abwertenden Beurteilung der funktionalen Rolle visueller Repräsentationen stehen. Ein

wesentlicher Aspekt wurde in den Arbeiten von Gottlob Frege ausgemacht. Auf Frege geht die Auffassung zurück, dass nur den Gehalten von Sätzen – den sogenannten Propositionen – ein Wahrheitswert zugesprochen werden könne. Im Anschluss an diese Feststellung haben spätere analytische Philosophen die Auffassung vertreten, dass visuelle Repräsentationen nicht über einen solchen propositional strukturierten Gehalt verfügen können. Visuelle Darstellungen gehörten damit zu einer Klasse von Repräsentationen, die nicht wahrheitswertfähig seien.

In einem zweiten Schritt wurden die Arbeiten von Laura Perini zur Themenstellung genauer analysiert. Perini hat in einer Reihe von Aufsätzen zum einen das oben skizzierte Missverhältnis zwischen der Handhabung visueller Repräsentationen in der wissenschaftlichen Praxis und der Nichtbeachtung derselben in der wissenschaftsphilosophischen Reflexion markant in den Aufmerksamkeitsfokus der Wissenschaftstheorie gerückt. Zum anderen hat sie Lösungsvorschläge in die Debatte eingebracht, inwiefern man auch bei visuellen Repräsentationen eine Wahrheitswertfähigkeit feststellen und sie demnach zu vollwertigen Bestandteilen wissenschaftlicher Argumente erklären könne. Perinis Ansatz wurde in der vorliegenden Untersuchung erläutert und kritisch in seiner Anwendbarkeit auf die unterschiedlichen visuellen Darstellungsformen (z.B. Fotografien vs. Diagrammen) hin überprüft.

In einem dritten Arbeitsschritt wurde nach alternativen Lösungsstrategien für die von Perini aufgezeigte Problemstellung, die Rolle visueller Repräsentationen in wissenschaftlichen Argumenten epistemologisch angemessen zu reflektieren, gesucht. Zwei Alternativen wurden genauer in den Blick genommen. Einerseits (a) wurden Ansätze kritisch diskutiert, deren Vertreter den Begriff des Arguments nicht mehr als rein verbalsprachliches Gefü-

ge von Prämissen und Konklusion aufgefasst wissen wollen. Andererseits (b) wurden Ansätze untersucht, deren Vertreter kritisieren, dass analytische Philosophen im Anschluss an Freges Thesen ein zu enges Verständnis vom Begriff der Proposition entwickelt hätten, indem sie diese selbst als sprachliche Gebilde aufzufassen begonnen hätten, ohne dass dies in Freges ursprünglichen These impliziert gewesen sei. Werden Propositionen jedoch im ursprünglichen Fregeschen Sinne als *Gehalte* von Sätzen begriffen, könne man argumentieren, dass sie als solche auch von anderen, insbesondere nicht-sprachlichen Repräsentationsformen ausgedrückt werden können.

2. Der kognitive Gehalt wissenschaftlicher Visualisierungen

Die Handhabung visueller Darstellungen in wissenschaftlichen Praxen scheint nehezulegen, dass die involvierten Forscher davon ausgehen, dass visuelle Repräsentationen in der Tat in der Lage sind, einen entsprechenden informativen Gehalt zu transportieren. In einem ersten Arbeitsschritt wurde dementsprechend untersucht, inwiefern visuelle Darstellungen einen *kognitiven Gehalt*, das heißt, einen den kognitiven Fähigkeiten des Menschen (nämlich Informationen zu entschlüsseln und zu verstehen) zugänglichen Gehalt enthalten können. Argumentiert wurde zunächst, dass durch die Übersetzbarkeit der in verschiedenen Repräsentationsformen gespeicherten Informationen gezeigt werden könne, dass visuelle Darstellungen in diesem basalen Sinne als Träger entsprechender kognitiver Gehalte fungieren können. Zwei weitere Fragen, die in diesem Kontext auftraten, betrafen zum einen die Überlegung, ob eine solche Übersetzbarkeit von einer Repräsentationsform in eine andere stets verlustfrei erfolge oder ob es hier für die einzelnen Formen auch Ausdrucksgrenzen gebe. Zum anderen wurde diskutiert, ob mittels dieser Übersetzbarkeitsthese auch

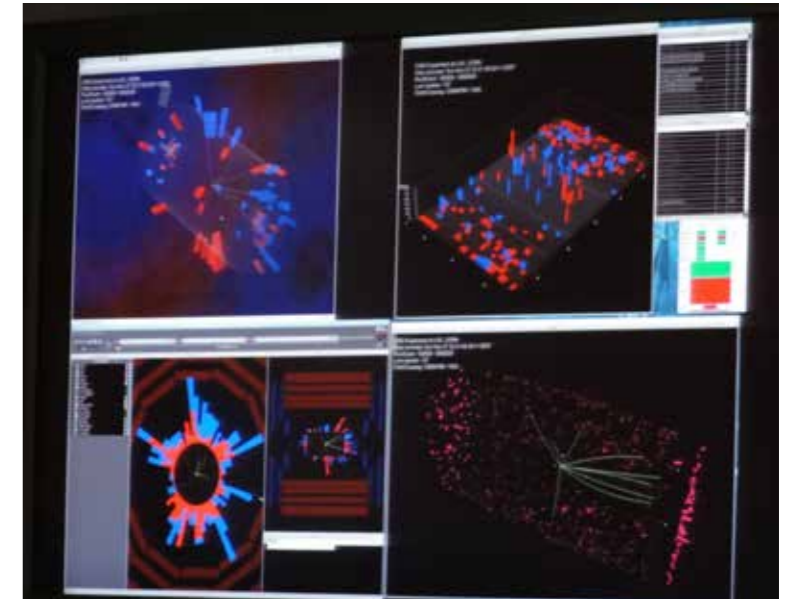


Abb. 1: Messbilder des CMS-Experiments am LHC (Large Hadron Collider) am Europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf

eine ontologische Basalität für eine der im Vergleich betrachteten Repräsentationsformen proklamiert werden könne.

In einem zweiten Schritt wurde dann der Frage nach der genauen Natur des kognitiven Gehalts visueller Repräsentationen nachgegangen. Eine wichtige Rolle spielte hier die Überlegung, dass in der philosophischen Debatte üblicherweise davon ausgegangen wird, dass das epistemische Subjekt durch die visuelle Wahrnehmung propositionales Wissen (Wissen-dass) gewinnen könne. Wir *sehen*, dass es draußen regnet und *wissen* in der Folge auch, dass es draußen regnet. Nun besteht die kognitive Zugangsweise zu visuell dargebotenen Informationen in der Nutzung eben genau dieser Wahrnehmungsmodalität. Wir *sehen* visuelle Darstellungen *an*, um sie zu verstehen. In einem Analogieschluss wurde daher dafür argumentiert, dass wenn wir begründet annehmen können, dass visuelle Wahrnehmung zu propositionalem Wissen führt, die

Betrachtung visueller Darstellungen unter geeigneten Umständen in analoger Weise zu einem entsprechenden Wissenserwerb führen könne. Kritisch diskutiert wurde ferner, ebenfalls im Hinblick auf die Analogie zwischen allgemeiner Wahrnehmung und Bildwahrnehmung, inwiefern von dem Fakt des Erwerbs propositionalen Wissens in beiden Wahrnehmungsfällen auch auf einen propositional strukturierten Gehalt des jeweiligen Wahrnehmungsaktes geschlossen werden könne.

Schließlich wurde in diesem Zusammenhang die Überlegung von Patrick Maynard aufgegriffen, dass durch die Wahrnehmung der Gehalte visueller Darstellungen der *primäre* menschliche Sinn angesprochen werde. Dies ist insofern bedeutsam, als sich evolutionsgeschichtlich zeigen lässt, dass die visuelle Wahrnehmung des Menschen im Vergleich zu dessen anderen Sinnen besonders leistungsstark entwickelt wurde. Das menschliche Auge ist ein hervorragendes Beobachtungsinstrument beispielsweise für die Erkennung von Mustern. Ist es aber die visuelle Wahrnehmung, die sich Wissenschaftler zunutze machen, wenn sie visuelle Repräsentationen als Datenträger entziffern und deuten, können sie auch auf diese evolutionär begünstigten Ressourcen der Informationserschließung zurückgreifen.

3. Der kognitive Wert von Visualisierungen

In einem letzten Untersuchungsabschnitt wurde der Frage nachgegangen, ob einigen visuellen Darstellungen ein epistemischer Mehrwert zugesprochen werden könne. Kann angenommen werden, dass sie im Vergleich zu anderen Repräsentationsformen für bestimmte epistemische Aufgaben besonders geeignet erscheinen? In einer ersten Annäherung wurden einige empirische Untersuchungen aus der Lernpsychologie genauer in den Blick genommen. Thematisiert wurde hier zum einen für welche Zwecke im pädagogi-

schen Umfeld visuelle Darstellungen besonders geeignet erscheinen und zum anderen welche Schwierigkeiten mit diesen in diesem Kontext verbunden sein können. Wie wirken sich beispielsweise dem Lernenden dargebotene visuelle Repräsentationen auf dessen Erinnerungsfähigkeit der gelernten Inhalte aus? Wie müssen visuelle Darstellungen aufbereitet sein, um im pädagogischen Umfeld besonders wirksam sein zu können? Die Fokussierung auf den Prozess des Lernens rückte dabei einen zentralen kognitiven Prozess des epistemischen Subjekts in den Diskussionsfokus. Erfolgreiche Lernprozesse münden dabei einerseits in den *Erwerb von Wissen* und andererseits in das *Verstehen* der dargebotenen Informationen.

In einem zweiten Arbeitsschritt wurde dementsprechend eruiert, inwiefern visuelle Repräsentationen zum Erwerb von Wissen beitragen können. Im Gegensatz zur Diskussion in den vorangegangenen Abschnitten lag der Fokus hier jedoch nicht auf propositionalem Wissen (Wissen-dass), sondern auf anderen Wissensformen. Untersucht wurde insbesondere die Möglichkeit, visuelle Darstellungen zur Vermittlung von *Wissen-wie* zu verwenden.

Abschließend wurde der Frage nachgegangen, inwiefern visuelle Darstellungen das wissenschaftliche Verstehen und damit das zweite epistemische Desiderat eines erfolgreichen Lernprozesses erleichtern und unterstützen können. Für die Argumentation wurden verschiedene empirische Ergebnisse aus den bereits angeführten lernpsychologischen Studien fruchtbar gemacht. Zu den Punkten, die von Relevanz waren, gehörte beispielsweise die Einsicht, dass visuelle Darstellungen im Lernprozess zu einer Entlastung des Arbeitsgedächtnisses beitragen können. Sie halten dem Lernenden die relevanten Zusammenhänge quasi direkt vor Augen und ermöglichen es so, dass er seine kognitiven

Ressourcen auf die kreative Lösung damit zusammenhängender Problemstellungen verwenden kann. Überhaupt ermöglichen visuelle Repräsentationen das Aufzeigen und Verdeutlichen von Zusammenhängen – ein Charakteristikum, das in der philosophischen Debatte als wesentliches Merkmal des Verstehens angesehen wird. Tragen einige visuelle Darstellungen aber (unter anderem) in dieser Weise zum wissenschaftlichen Verstehen bei und wird dieses, wie jüngst in der erkenntnistheoretischen Debatte geschehen, als eigenständiges epistemisches Desiderat angesehen, das durch ein bloßes Faktenwissen nicht erreicht werden kann, kann gezeigt werden, dass zumindest einige visuelle Darstellungen auch einen echten epistemischen Mehrwert gegenüber anderen Repräsentationsformen in kognitiven Prozessen schaffen können.

Die hervorragende Arbeitsatmosphäre, die das Alfried Krupp Wissenschaftskolleg mir während meines einjährigen Aufenthalts als Junior-Fellow bot, ermöglichte mir die detaillierte Ausarbeitung aller drei oben skizzierten Analyseschritte. Sie bilden den Abschluss meiner Habilitationsschrift „Visual Representations in Science – Concept and Epistemology“, welche ich im Juli 2016 an der Philosophischen Fakultät der RWTH Aachen eingereicht habe. Darüber hinaus konnte ich meine Zeit in Greifswald dazu nutzen, zusammen mit meinem Kollegen Herrn Privatdozent Dr. Dr. Martin Langanke (Universität Greifswald) ei-

Abb. 2: Tagungsplakat zur Tagung „Visual Reasoning – Visual Arguments“



nen Workshop mit internationalen Experten zum Thema „Visual Reasoning – Visual Arguments“ zu konzipieren und einen entsprechenden Förderantrag für dessen Umsetzung zu stellen. Die Tagung wird im Juni 2017 am Alfried Krupp Wissenschaftskolleg in Greifswald stattfinden.

Dem Wissenschaftskolleg gilt mein herzlicher Dank für die Ermöglichung einer fachlich so anregenden und produktiven Arbeitszeit. Nicht zuletzt möchte ich meinen Mit-Fellows danken! Ich habe viel von ihnen gelernt.

MöBner, N. *Visual Representations in Science – Concept and Epistemology*. London und New York: Routledge (im Erscheinen).
 MöBner, N. & A. Nordmann (Hrsg.). *Reasoning in Measurement*. London und New York: Routledge 2017.
 MöBner, N. 2016. Scientific Images as Circulating Ideas: An Application of Ludwik Fleck's Theory of Thought Styles. In: *Journal for General Philosophy of Science* 47: 307-329.

MöBner, N. 2016. Bild in der Wissenschaft. In: *IMAGE Zeitschrift für interdisziplinäre Bildwissenschaft* 23, URL: <http://www.gib.uni-tuebingen.de/own/journal/upload/efc3007c1c-f938163aa7fe4e11e16b0d.pdf>
 MöBner, N. 2015. Visual Information and Scientific Understanding. In: *Axiomathes* 25: 167-179.

Ausgewählte Veröffentlichungen