

Diagramme von Gesten: Eine zeichentheoretische Analyse digitaler Bewegungsspuren

Daniel Schüller, RWTH Aachen University
Irene Mittelberg, RWTH Aachen University

Summary. This paper presents a semiotic investigation of how diagrams are produced and used in empirical, motion-capture based gesture research for the purposes of representation and analysis of co-speech gestures. First, we discuss the notion of diagram, drawing on Peircean semiotics and more recent accounts of diagrammatic thinking, and traditional ways of recording and representing co-speech gestures. We then employ analytic tools stemming from semiotic theory to a) account for the notational procedures used in motion-capture technology and b) offer a diagrammatic interpretation of the signs resulting from them. Our hypothesis is that motion-capture diagrams are products of operative diagrammatic processes and that they are comparable with empirical measurements. The “epistemic force of the trace” (Krämer 2011) consists in the iconic visualization of movement trajectories which become perceptual gestural gestalts through projecting an indexical sign onto a coordinate system that virtually structures gesture space. We further highlight diagrammatic processes underpinning co-speech gestures themselves, which may be visualized as holistic gestalts with the help of optical motion-capture technology. These cognitive-semiotic processes manifest themselves dynamically and spatially through embodied image schemas, relational representations of abstract concepts, and gestural diagrams based on mental maps (for example, when conversational partners are jointly planning a journey).

Zusammenfassung. Dieser Beitrag versucht eine zeichentheoretische Untersuchung von Diagrammen, wie sie im Rahmen der motion-capture-gestützten, empirischen Gestenforschung zur Repräsentation und Analyse redebegleitender Gesten erzeugt und verwendet werden. Nach Vorüberlegungen zum Diagrammbegriff und einer Darlegung herkömmlicher Mittel der visuellen Repräsentation von redebegleitender Gestik, folgt eine zeichentheoretische Analyse des Motion-Capture-Verfahrens und deren diagrammatisch-semiotische Interpretation. Motion-Capture-Diagramme sind, so unsere Hypothese, das Produkt eines diagrammatischen Verfahrens, welches als empirische Skala zu deuten ist. Die „Erkenntniskraft der Linie“ (Krämer 2011) liegt hier in der ikonischen Visualisierung von Trajektorien, welche durch die Projektion eines Indexes auf ein Koor-

diatensystem zu Perzeptionsgestalten von Gesten werden. Weiterhin erörtert dieser Beitrag diagrammatische Prozesse in Gesten selbst, welche das eingangs diskutierte System als holistische Gestalt sichtbar machen kann. Diese Verfahren finden ihren räumlich-aktionalen Niederschlag u.a. sowohl in verkörperten Bildschemata, in der relationalen Repräsentation von Abstrakta, als auch in Gestendiagrammen basierend auf mentalen Karten, wie sie z.B. bei der Planung von Reisen in der Face-to-Face-Kommunikation im Gestenraum entstehen.

1. Einleitung

Die originäre epistemische Funktion von Diagrammen ist die Repräsentation von Relationen (vgl. Peirce 1933; Stetter 2005; Weigel 2015). Somit zeigen, veranschaulichen, oder exemplifizieren (Goodman 1997) Diagramme Relationen – sie sind Ikone von Relationen. Ikone wiederum, so beschreibt es Peirce in seiner *Kunst des Rasonnierens* (1893), leben von einem Ähnlichkeitsbezug zu dem wofür sie stehen. Ähnlichkeit verlangt jedoch stets nach einer Vergleichshinsicht – einem *tertium comparationis* – oder, um es mit Kant zu sagen, nach etwas das wir als das Gemeinsame im Verschiedenen erkennen (vgl. Kant 1974, KdU: XXVI; 1956, KrV: A141). Als entscheidendes *tertium comparationis* diagrammatischer Abbildungen oder Modellierungen möchten wir nun den entsprechenden Überlegungen Peirces folgend die jeweilige Struktur vorschlagen, die sowohl dem Repräsentierten, als auch dem es repräsentierenden diagrammatischen Modell inhärent ist. Demnach beziehen Diagramme ihre Ikonizität also aus einer Strukturähnlichkeit mit ihrem Repräsentandum und können somit als strukturerhaltende Abbildungen der zwischen Entitäten jeweils herrschenden oder emergierenden Relationen gelten (Peirce 1933).

Im folgenden Beitrag möchten wir ein im Natural Media Lab der RWTH Aachen entwickeltes technisches Verfahren zur Repräsentation von redegleitender Gestik, wie sie in alltäglichen, multimodalen Kommunikationssituationen auftritt, vorstellen und einer diagrammatischen Analyse unterziehen. Im Rahmen dieses auf Motion-Capture und Video-Technologie basierenden Verfahrens geht es zum einen um die optische Erfassung und numerische Repräsentation redegleitender Gestik in einem Datenmodell, zum anderen jedoch auch um die anschließende Visualisierung am Computerbildschirm, und insb. die Möglichkeit zur semi-automatischen, algorithmischen Erfassung und Bestimmung von Gesten-Formtypen mit Hilfe von Ähnlichkeitsmodellen (vgl. Beecks u.a. 2017; Schüller u.a. 2017). Es handelt sich hierbei also kurz gesagt um ein Analyseverfahren, das auf einem numerischen Datenmodell ein algorithmisch operierendes Typisierungsverfahren für nicht-standardisierte Handgesten realisiert, indem es aus kinetischem Verhalten menschlicher Probanden diagrammatische Repräsentationen von Gesten erzeugt und diese in Bezug auf ihre strukturellen Eigenschaften miteinander vergleicht.

Zwei in natürlichen Kommunikationsprozessen auftretende, redebegleitende Gesten g1 und g2 gehören, so lautet hier unsere Arbeitsdefinition, zum selben Formtypen G (vgl. Peirce 1906), wenn sie einander hinsichtlich ihrer Trajektorienform hinreichend ähnlich sind (vgl. Goodman 1940, 1997). Im Folgenden wollen wir zeigen, wie sich die dem Repräsentandum inhärenten Schemata und Strukturen – in diesem Zusammenhang also: die jeweiligen Trajektorienformen der Gesten – mittels markerbasierter, optischer Motion-Capture-Technologie durch eine empirische Skala (vgl. Bortz und Döring 2005) so operationalisieren lassen, dass wir diagrammatische Repräsentationen ihrer Artikulationsformen als Output erhalten (vgl. Beecks u.a. 2015; Schüller u.a. 2015). Hier gilt es nun die Eingangsthese insofern fruchtbar zu machen, als es bei einer diagrammatischen Repräsentation redebegleitender Gestik nicht darum gehen kann, Hände und Arme als solche, sondern kinetisches Verhalten, also raumzeitliche Ereignisse und Vollzüge (vgl. Krämer 2009; Mittelberg 2014), graphisch zu visualisieren und auf diese Weise einer relationsbasierten (und damit im Kern diagrammatischen) Strukturanalyse zugänglich zu machen.

Einen weiteren Fokus werden wir schließlich auf solche diagrammatische Strukturen legen, wie sie im gestischen Verhalten selbst auftreten: Unter redebegleitender Gestik verstehen wir im Folgenden kinetische Arm-, Hand-, und Kopfbewegungen und -konfigurationen, die im Rahmen der mündlichen *Face-to-Face*-Kommunikation von Sprechern und Hörern bewusst oder unbewusst verwendet werden (vgl. Kendon 2004; Müller 1998). Redebegleitende Gestik ist dabei stets ein performativer, temporaler und spontaner Vollzug, der im Unterschied zur Lautsprache zunächst keinen expliziten syntaktischen und semantischen Regeln zu folgen scheint. Gestik erscheint somit als idiosynkratischer, aber dennoch integraler Bestandteil von Bedeutungsstiftung und Interaktion anhand sog. *natürlicher* (körpereigener) *Medien* in multimodalen Kommunikationsprozessen.

Neben dem hohen Anteil spontaner, idiosynkratischer Gesten gibt es in jeder Sprache weiterhin ein mehr oder weniger umfangreiches Inventar konventionalisierter Gesten, deren Bedeutung nicht von Sprecher zu Sprecher variiert, sondern qua Konvention Eingang in das Lexikon standardisierter bedeutungstragender Zeichen gefunden hat. Hier wäre z.B. das mit abgespreizten Zeige- und Mittelfingern bei gleichzeitig geformter Faust gebildete Victoryzeichen zu nennen. Diese konventionellen gestischen Zeichen, sog. *Embleme*, werden wir jedoch nicht weiter in die Untersuchung einbeziehen, sondern uns stattdessen den weniger konventionalisierten Performanzen von Probanden zuwenden, um zu sehen, ob und inwiefern es auch hier Hinweise auf eine diesen eher spontan im Kommunikationsfluss produzierten Gesten inhärente, dynamische, systematische Struktur gibt. Solche den Gesten inhärente Strukturen können diagrammatisch sein z.B. in dem Sinne, dass sie im entstehenden Diskurs auf Relationen Bezug nehmen, Relationen symbolisieren, oder Konzepte zueinander aktiv in relationale Bezüge setzen (Mittelberg 2006, 2008).

2. Graphische Repräsentation in der Gestenforschung

Die linguistische Gestenforschung hat sich seit jeher graphischer Medien bedient, um ihren flüchtigen Forschungsgegenstand visuell zu fixieren: Bereits die paradigmatischen Studien Efrons (1972), in denen dieser zwei Generationen ostjüdischer Einwanderer in New York hinsichtlich ihrer redebegleitenden Gestik verglich, verwenden räumlich genormte, skalierte Skizzen, die den auf das zweidimensionale Papier projizierten Raum als systematische Vergleichshinsicht operationalisieren (vgl. Müller 2002). Auch McNeills Studien bedienen sich eines zweidimensionalen Raumschemas (McNeill 1992), das horizontale und vertikale Achsen verwendet, um redebegleitende Gesten im sog. *Gesture Space*¹ graphisch visualisieren zu können. Jüngere Studien operieren zumeist direkt auf Basis von Videodaten,² die im Vergleich zu Skizzen und Zeichnungen nicht nur naturgetreuer sind, sondern trotz Verzicht auf die Repräsentation der sagittalen Achse den entscheidenden Vorzug der temporalen Abbildung bieten.

2.1 Motion-Capture Technologie in der empirischen Gestenforschung

Die wohl einzige technische Option, sowohl horizontale, vertikale, sagittale als auch temporale Dimensionen kinematischer Körperbewegung hinreichend zu erfassen, besteht bislang im Einsatz von Motion-Capture-Technologie (im Folgenden kurz: MoCap). Durch die an prominenten und für die Produktion und Rezeption von Gestik relevanten Körperpunkten der Probanden fixierten, reflektierenden Markern und deren Zusammenspiel mit speziellen Infrarotkameras (siehe Abb. 1 und 2), wird im Rahmen des Motion-Capturing ein Index geschaffen, der sich als raumzeitliches Token in ein genormtes Daten-Typechart – ein virtuelles Koordinatensystem – einschreibt. Als systemimmanente (Type-)Norm des MoCap fungiert hierbei ein geometrischer Hilbertraum, bestehend aus den drei Raumachsen und der Zeit³, wobei zu jedem Kameraframe eine Messung des reflektierten Lichts der Marker erfolgt, um die exakte räumliche (Token-)Position aller verwendeten Marker zu bestimmen und in das virtuelle Koordinatensystem zu überführen.



Abb. 1: Markerset.

Gesten sind jedoch zu keiner Zeit in toto sichtbar, sondern entfalten sich als räumlich-temporale Vollzüge auch in der Dimension Zeit. Sie begegnen uns somit als Performanzen, und scheinen sich damit als zeitlich-lineare Vollzüge sui generis einer rein formbasierten, zeitinvarianten Darstellung konstant zu entziehen.⁴ Der Vorzug eines Einsatzes von MoCap-Technologie besteht somit also nicht etwa darin, über einen Zeitraum hinweg kontinuierlich zu

1. Proband
2. Interviewer
3. MoCap-Operator
4. Infrared cameras
5. High-speed cameras
6. DV camera
7. HD camera



Abb. 2: Natural Media Lab der RWTH Aachen. Foto Matthias Priesters.

messen, z.B. um in jedem Fall den ›richtigen Zeitpunkt zu erwischen‹, in dem eine Geste auftritt. Sondern, was den Einsatz von MoCap zur Gestenerfassung sinnvoll erscheinen lässt, ist hier vielmehr die zeitliche Aggregation von in Bezug auf ein normiertes Raumschema strukturgleichen Punktmessungen zu einem logischen Ganzen – also der logischen Addition von wechselnden Markerpositionen zu einer Trajektorie. Dies wiederum ermöglicht die algorithmische Errechnung⁵ von raumzeitlichen Trajektorien der Gesamtheit der einzelnen, in einem jeweiligen Setup verwendeten Marker und deren anschließende graphische Visualisierung in einem am Monitor darstellbaren Koordinatenraum. Die Arbeitsweise eines MoCap-Systems folgt in diesem Sinne also der Logik einer empirischen Skala (nach Koschnick 1995):

Formal ist eine Skala definiert als das geordnete Tripel aus einem empirischen relationalen System A , dem numerischen Relativ N und dem Morphismus (der Zuordnungsfunktion) $f: A \rightarrow N$, mithin das Tripel (A, N, f) . Ausführlicher ausgedrückt ist also Skala = $[(A; R_1, \dots, R_n), (N; S_1, \dots, S_n) f]$. Darin bezeichnet A eine Menge empirischer Objekte, für welche die Relationen R_i gelten, N eine Teilmenge der reellen Zahlen mit den Relationen S_i und f die Abbildungsvorschrift des Morphismus (Koschnick 1995: 564).

Bezogen auf die Verwendung von MoCap-Technologie kommen nun als empirisches Relativ A die kinetischen Bewegungsmuster der gemarkerten Probanden in Betracht, während die Infrarotmessung und deren elektronische Auswertung mittels Software im Sinne eines Morphismus die Übersetzung der Bewegung in die Koordinaten-Typechart, das numerische Relativ N , erlaubt. Was die MoCap-Technologie hier also als technisches Verfahren leistet, ist mithilfe eines kausalen Indexes (der Registrierung von konkreten Lichtreflexen der Marker), Raumzeittokens dynamisch auf einen abstrakten Raumtypen abzubilden, und somit die strukturelle Datenbasis für dasjenige zu erzeugen, was wir gemeinhin Diagramme – und in unserem Falle, Diagramme von Gesten, nennen (vgl. Abb. 3, die das Overlay von konkretem und abstraktem Raum und daraus generierte Graphen zeigt).

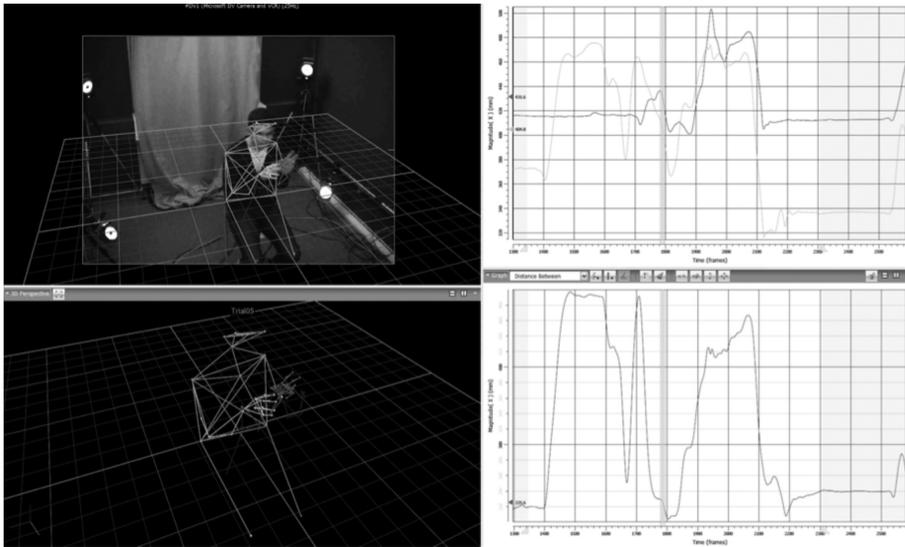


Abb. 3: MoCap-Overlay und Graphen.

3. Diagramme: Zeichentheoretische Grundlagen

Diagramme, so hat es bereits Charles Sanders Peirce umschrieben, sind die schematischen Mittler zwischen Anschauung und Vorstellung. In seiner auf dem Kant'schen Schematismus gründenden kategorialen Semiotik beschreibt Peirce das Diagramm als ein graphisch instanziiertes, operationales Schema, das innerhalb seines durchweg triadischen semiotischen Systems zwischen den Zeichenformen Index, Ikon und Symbol changiert (vgl. Hartmann 2010; Posner 2009).

Die *differentia specifica* des Peirce'schen Diagramms liegt dabei, in Abgrenzung zu Ikon und Index, in seiner Art und Weise Strukturähnlichkeiten und -unterschiede abbilden zu können: Was ein Diagramm visualisiert, sind Relationen, nicht Dinge (vgl. Peirce 1960; Stjernfelt 2007). In die begriffliche Nähe zum Ikon rückt es aufgrund seiner Eigenschaft, Ähnlichkeit zu repräsentieren – in Hinblick auf die Ähnlichkeit der jeweiligen Relationen, die innerhalb sowohl des Repräsentandums als auch innerhalb des Repräsentans herrschen; in die Nähe des Index aufgrund der Tatsache, dass im Rahmen des Übertragungs- und Symbolisierungsprozesses stets eine kausale Beziehung prominent ist. Die Nähe zum Symbol ist wiederum gegeben, weil der diagrammatische Symbolisierungsprozess einen Output erzeugt, der konventionalisiert ist (vgl. Peirce 1893). Dennoch bleibt dieser Output abstrakt⁶ und muss zuallererst lesbar gemacht werden, um verstanden und damit sowohl operationabel als auch handhabbar zu werden (vgl. Stetter 2005).

3.1 Das Diagramm als Spur und kognitives Medium

Der Begriff des Diagrammatischen Denkens (*diagrammatic reasoning*) nimmt nicht nur in der Peirce'schen Semiotik eine zentrale Stellung ein, sondern findet sowohl in modernen semiotischen Ansätzen, die zum Teil klare Bezüge zu Peirce herstellen (vgl. Stjernfelt 2007; Krämer 2009, 2010, 2011; Goodman 1997), als auch im Rahmen der Wittgenstein'schen Sprachkonzeption des *Tractatus* seinen Widerhall. Doch auch in der vor-Peirce'schen philosophischen Tradition fand das Konzept bereits viel Beachtung, sei es im Kant'schen Schematismus, bei Platon (z.B. im *Menon*) oder in der Aristotelischen Metaphern- und Analogietheorie (vgl. z.B. Mahr und Robering 2009). Den Kern – und vor allem den Reiz – des Konzeptes, macht dabei sein universeller Charakter aus: Als Medien sowohl der Abbildung und Modellierung, als auch der kognitiven Herstellung von Relationen sind Diagramme omnipräsent (Bauer und Ernst 2010). Diagramme stellen Relationen innerhalb eines Mediums her, und stellen diese innerhalb desselben Mediums auch immer vor – sie „oszillieren [...] zwischen ikonischem, logischem und indexikalischem Charakter“ (Hartmann 2010: 17). Nicht umsonst also kommt dem Diagramm eine solch zentrale Stellung in der Peirce'schen Semiotik zu; bei genauerem Hinsehen könnte man gar versucht sein zu sagen, die Peirce'sche Semiotik sei im Kern selbst ein einziges dynamisches Diagramm – ein Geflecht aus Relationen zwischen systematisch kategorisierten Zeichentypen. Als sein eigenes „Diagramm“ erscheint dieses semiotische System nun nicht zuletzt deshalb, weil die einschlägigen Relationen zwischen den verschiedenen in ihm beschriebenen Zeichenformen selbst erst innerhalb eines semiotischen Mediums (Schrift, Tabellen, Existential Graphs)⁷ konstruiert, konstituiert und artikuliert werden. Verfolgt man diesen Gedanken weiter, changiert die diagrammatische Semiotik, je nach Perspektive, zwischen ihren eigenen zentralen Begriffen: sie ist sowohl Bild (*Ikon*) möglicher, real beobachtbarer semiotischer Prozesse, als auch Spur (*Index*) tatsächlicher, materieller Manifestationen von Denkopoperationen, und zugleich Zeichen (*Symbol*) für das Denken selbst. Mit Goodman gesprochen, exemplifiziert (Goodman 1997) die Peirce'sche Semiotik somit selbst den in ihr beschriebenen Diagrammbegriff, indem sie sowohl diagrammatisch verfährt, als auch – wie am Beispiel der Existential Graphs besonders schön zu sehen – eine symbolische Probe jener ihr inhärenten diagrammatischen Eigenschaften ist.

Der Kreis schließt sich nun endgültig, wenn wir den Anspruch in den Blick nehmen, den Peirce mit seinem Ansatz verfolgt. Was hier bewerkstelligt werden soll, ist nichts Geringeres als aufbauend auf Kants *Transzendentaler Deduktion*⁸ die Bedingungen der Möglichkeit des Denkens selbst zu umreißen und sie durch die Entwicklung einer soliden semiotischen Basis vom Kopf auf die Füße zu stellen. Dies gelingt Peirce, indem er nicht ein Denken postuliert, welches jeglichem Medium vorausgehen würde, sondern indem er das Denken im Medium selbst verortet. Denken ist für

Peirce die sichtbare Spur (ein Index) einer artikulativen, operativen und explorativen Manipulation materieller Objekte, kraft derer wir die zwischen den Objekten herrschenden Relationen fortlaufend umschreiben.⁹ Das Sprechen, das Schreiben mit Feder, Tinte und Papier, die Erstellung einer komplexen Computergraphik, oder schlicht das Gestikulieren unserer Hände und Arme – dies alles sind potentielle Manifestationen der materiellen Vollzüge unseres in Semioseprozessen verlaufenden Denkens.

Auf den medialen Charakter kognitiver Prozesse im allgemeinen und die spezielle Funktion von Diagrammen in ebendiesen hat u.a. bereits Krämer aufmerksam gemacht. Wenn wir sie hier richtig lesen, hat sie exakt diesen erkenntnistheoretischen Vorzug im Sinn, wenn sie Diagramme als „Kulturtechnik ersten Ranges“ (Krämer 2011; vgl. Krämer 1998) beschreibt:

Die Zurückführung der Dreidimensionalität des gelebten Raumes auf die operative Artifizialität zweidimensionaler Flächen ist ohne die zeichnende und schreibende – also graphisch operierende – Hand undenkbar (Krämer 2011).

Auch wenn es sich hier unseres Erachtens nicht um eine Zurückführung im buchstäblichen Sinne, sondern vielmehr um eine Projektion handeln dürfte, ist Krämer an dieser Stelle insofern völlig zuzustimmen, als ebendiese graphisch-zweidimensionale Artifizialität uns letztlich erst in die Lage versetzt, persistente und relationskonservierende Repräsentationen spatiotemporaler und abstrakter Phänomene in Form von Graphen zu erzeugen,¹⁰ mit denen wir im engeren Sinne eines graphischen Schlussfolgerns arbeiten können.¹¹ Die graphische Linie, welche die Punkte eines (Graphen-)Diagramms verbindet, ist, wie Krämer (2011) bemerkt, der eigentliche Erkenntnisträger des Diagramms, da erst diese Linie die eingetragenen Punkt-Tokens vor dem Hintergrund eines typisierten Bezugsrahmens so zu einer Kurve verbindet,¹² dass eine zeitliche Entwicklung innerhalb eines an sich statischen Graphismus überhaupt lesbar gemacht wird.¹³ Besonders hervorzuheben ist an dieser Stelle die (Rück-)Überführbarkeit eines jeden virtuellen Linienpunktes in einen konkreten Aussagesatz der Form: \exists_i zum Zeitpunkt T_{0-n} an Ort O_{xyz} (wobei im Falle eines MoCap-Diagramms gilt: x, y, z = Raumachsen; i = Individuum = Marker).¹⁴ Beziehen wir dies nun auf die Visualisierung einer Gestentrajektorie am Computerbildschirm, bedeutet es Folgendes: Die Trajektorienlinie exemplifiziert den zeitlichen Verlauf der markierten Hand über typisierten, abstrakten räumlichen Bezugsgrößen, und gestattet uns so einen nachvollziehenden Blick auf die qua Linie aggregierte Veränderung der jeweiligen, durch die einzelnen Punkte gegebenen Relationen zwischen einer (Token-)Konstanten (i) und den (Type-)Variablen Ort und Zeit (x, y, z).

3.2 Zwischen Ikon und Index: Raumschema-Typen, Positions-Token und Perzeptionsgestalten

Diagramme gehören, sofern wir uns in Peirces triadischem System bewegen, zu den Ikonen. Ikonisch zu sein bedeutet in diesem System, ein ikonisches Zeichen von etwas zu sein. Ikonische Zeichen wiederum sind solche Zeichen, die, vom Interpretanten her betrachtet, für etwas stehen, insofern als sie diesem Etwas in bestimmter Hinsicht ähnlich sind. Im Fall des Diagramms ist hier allerdings anzumerken, dass es sich im Gegensatz zum „reinen Ikon“ um eine Mischform zwischen Ikon und Index (Index im Peirce'schen Sinn – im folgenden Index_p) handelt, die zwar durchaus von einem Ähnlichkeitsbezug profitiert; dieser Ähnlichkeitsbezug muss jedoch qua Index (hier: Index als parametrisches Kennzahlensystem zur Quantifizierung, im folgenden Index_k) zunächst lesbar gemacht, bzw. operationalisiert werden.

Ein Diagramm besteht also aus einem Index_k für die Quantifizierung über die in einen Sachverhalt involvierten Gegenstände und der (ikonischen) Repräsentation der zwischen diesen Gegenständen herrschenden, und durch das Diagramm letztlich aufzuzeigenden Relationen.

Im Fall der MoCap-Technologie, wo ein Cartesisches Koordinatensystem (bzw. ein Hilbert-Raum) zum Einsatz kommt, sind z.B. die Variablen der vier Raumzeit-Parameter ($x, y, z + \text{Zeit}$) der Index_k des Repräsentationssystems. Eigennamen wie „Marker-M“ sind der Index_k für das Repräsentandum – während eine in das System eingetragene Trajektorie, z.B. die einer Spiralgeste (vgl. Abb. 4), die als relevant betrachteten Relationen maßstabsgerecht ikonisch symbolisiert/repräsentiert: Durch die im Zusammenspiel von Bezugsrahmen und Diagrammlinie¹⁵ repräsentierten Relationen (Raumschema-Type + Positions-Token) konstituiert sich das Diagramm der „abgebildeten“ Spiralgeste und ihrer zeitlichen Entfaltung.

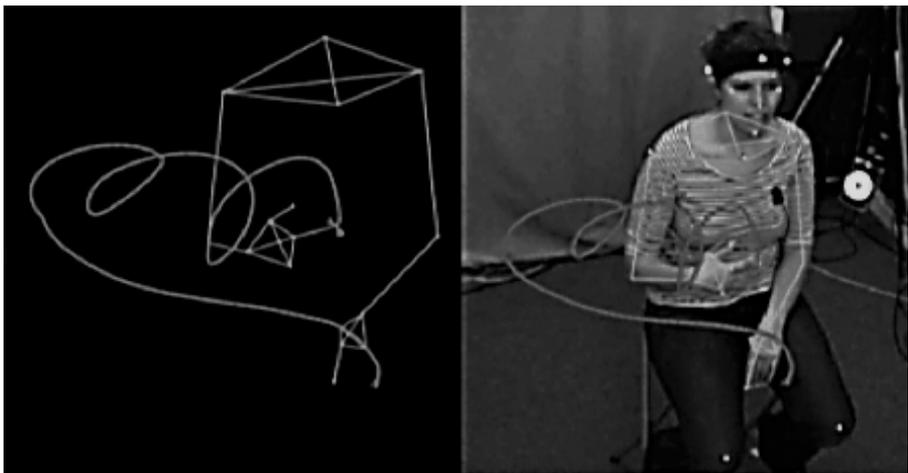


Abb. 4: MoCap-Verlaufsdigramm (Trajektorie) einer Spiralgeste, aus: Schüller u.a. (2017).¹⁶

Ähnlich ist eine solche Abbildung der abgebildeten Geste nun gewiss in Hinsicht auf die räumlichen Verhältnisse und Relationen zwischen einzelnen Teilen/Punkten der Raums pur (vgl. Mittelberg 2010, 2014) der Geste – ihre Perzeptionsgestalt¹⁷ – jedoch nicht in Bezug auf unendlich viele andere Eigenschaften einer sich im realen Raum entfaltenden Geste.

MoCap-Diagramme grenzen also Kraft der involvierten Indizes die Vergleichshinsicht¹⁸ auf genau diejenigen Relationen ein, die uns im Rahmen einer diagrammatischen Repräsentation einer Geste relevant erscheinen. Und genau hierin besteht nun der eigentliche epistemische Wert einer solchen Repräsentationsform. So wie eine Karte im Maßstab 1:1¹⁹ uns keinen Überblick bietet, würde eine Repräsentation, die dem Repräsentierten in sämtlichen Belangen ähnlich ist, mit dem Repräsentierten identisch sein. Es wäre somit also nicht erkennbar, worin die Vergleichshinsicht bestünde und der Begriff der Ähnlichkeit und auch derjenige der Ikonizität würden jede konkrete Bedeutung und epistemische Operationalisierbarkeit einbüßen. Ein weiteres Beispiel: Ein Satz, der alles sagen würde, würde nichts Konkretes sagen – es wäre nicht auszumachen, welchen Gedanken er ausdrücken würde.²⁰ Worauf es also ankommt, ist ein Drittes-zu-Vergleichendes – ein *tertium comparationis* – eine Vergleichshinsicht. Sofern uns eine Repräsentation Erkenntnis vermitteln soll, muss die Gesamtheit aller möglichen im zu repräsentierenden Gegenstand gebündelten Eigenschaften folglich durch eine erkennbare Vergleichshinsicht reduziert und abstrahiert werden.²¹ Im Beispiel des Motion-Catching geschieht dies durch den Index_k, der die graphische Repräsentation sowohl les- als auch operationalisierbar macht.

Ihren eigentlichen Ursprung hat die hier bemühte Vergleichshinsicht im Sinne eines Index_k jedoch im komplexen Verfahren der Messung selbst, zu dem noch etwas anderes gehört, als ein Typensystem aus Kennzahlen – nämlich ein Index_p. Erst die physikalische Ereigniskette der Infrarotmessung, welche die Marker mit der Datenbank kausal verbindet und in dieser „Fußspuren“²² (in Form von Tokens) der sich in Raum und Zeit bewegenden Marker hinterlässt, haucht dem gesamten System Leben ein. Die Ikonizität der Repräsentation einer Handbewegung, als ein graphisches Zeichen in Form einer Bewegungsgestalt (hier: einer MoCap-Trajektorie, vgl. Abb. 4), ergibt sich also logisch betrachtet aus ihrer in ein lineares Syntagma überführten Indexikalität_p. Die Ikonizität ist dabei Resultat der Abbildung eines Index_p-Tokens – einer konkreten Aufzeichnung von Bewegungsspuren – auf einen Index_k-Type, der ein abstraktes Kennzahlensystem ist.

Die Abbildung in ihrer Gesamtheit ist demnach ein Verfahren, zu dem es ein empirisches Relativ, ein numerisches Relativ und einen Morphismus braucht. Im obigen Beispiel sei nun die konkrete Situation, in der eine Spiralgeste ausgeführt wird, das empirische Relativ und das Cartesische Koordinatensystem fungiere als numerisches Relativ: Aus der jeweiligen Abbildungsfunktion (Morphismus) ergibt sich damit ein indexikalisch erzeugtes Gestaltschema als Vergleichshinsicht für die Ähnlichkeitsbeurteilung zweier real aufgeführter Gesten.²³ Indexikalisch_p erzeugt ist ein solches Gestalt-

schema deshalb, weil die Reflektionen des Infrarotlichts auf den Markern kraft des Morphismus kausalwirksam Änderungen im System erzeugen, die so das System an die Außenwelt koppeln.

3.3 Form und Struktur des (Ab-)Bildes

Relationen zwischen Gegenständen, so lautet bereits Wittgensteins Diagnose im *Tractatus*, sind dasjenige was einen Sachverhalt konstituiert (vgl. Wittgenstein 1984: 11f.). Die von Wittgenstein im *Tractatus* entworfene sog. Abbildtheorie zielt vereinfacht gesagt darauf ab, den sinnvollen²⁴ Satz als Form eines wahrheitsfunktionalen Diagramms zu verstehen, in dem Gegenstände (Substanzen) potentiell auf dieselbe kontingente Weise strukturell verbunden werden können, wie sie in der Welt tatsächlich verbunden sein können.²⁵ Wahr ist ein Satz demnach, wenn zum einen diese notwendige Formbedingung erfüllt ist und zum zweiten eine hinreichende Bedingung – nämlich, dass die im Satz ausgesagten ‚abgebildeten‘ Relationen in der Welt wirklich bestehen – ebenfalls erfüllt ist. Hieraus folgert Wittgenstein, dass unsere Welt nicht eine Welt der Dinge, sondern eine Welt der Tatsachen ist – der Tatsachen im logischen Raum, die von der möglichen, disjunktiven²⁶ Gesamtmenge der wahren Sätze als einem Modell der Wirklichkeit abgebildet werden können.²⁷

Die Abbildung als Bild gedeutet – könnte man nun Wittgenstein folgend sagen, dass ein Morphismus die F o r m der Abbildung ist, die wiederum in der Möglichkeit einer logischen Strukturgleichheit zwischen Abgebildetem und Abbildendem besteht:

2.15 [...] Dieser Zusammenhang der Elemente des Bildes heiÙe seine Struktur und ihre Möglichkeit seine Form der Abbildung.

2.151 Die Form der Abbildung ist die Möglichkeit, daß sich die Dinge so zu einander verhalten, wie die Elemente des Bildes (Wittgenstein 1984: 15).

Diese Unterscheidung von Form und Struktur erlaubt nun folgende weiterführende Differenzierung: Ein qua Morphismus in einem Bezugssystem repräsentierter Sachverhalt ist ein Bild der Wirklichkeit (ist also wahr), genau dann, wenn die Struktur der Repräsentation der relevanten Struktur des Repräsentierten entspricht. Kurz: Ein formgerecht abgebildeter Sachverhalt ist ein Bild der Wirklichkeit genau dann, wenn der fragliche Sachverhalt eine Tatsache ist – der Sachverhalt also besteht.²⁸ Mit dem Begriff der Strukturhomomorphie gelangen wir somit zu einer klaren Unterscheidung von Darstellungsform und Wahrheit: Ein Bild ist eine Abbildung, die eine Tatsache abbildet²⁹ – der sinnvolle Satz ist die M ö g l i c h k e i t , ein Bild der Tatsachen sein zu können.³⁰

Doch wann ist eine Struktur von *a* dieselbe Struktur wie die von *b* – in unserem Fall also die Struktur einer Geste in Raum und Zeit und diejenige einer die Geste repräsentierenden MoCap-Trajektorie? Wann ist ein

kinematischer Vollzug in der realen Welt strukturhomomorph mit seiner graphischen Repräsentation? Dazu muss zunächst geklärt werden, was eine Struktur eigentlich ist. Strukturen sind, so möchten wir den Begriff hier verwenden, dasjenige, das verschiedene Einzelnes zu einem einzelnen (mit sich selbst) identischen Ganzen verbindet, wobei das jeweils Einzelne zu einem anderen logischen Typ gehört, als das Ganze (vgl. Leonard und Goodman 1940, Ridder 2002: 382–385). Setzen wir einzelne Ganze, also vom Typ her Einzelne, zu anderen Einzelnen in Bezug, wollen wir von extrinsischen Relationen sprechen. Untersuchen wir hingegen empirisch Ganze in Hinblick auf ihre innere Struktur, so geraten interne, intrinsische Strukturen in den Blick. Unter einer intrinsischen Struktur wollen wir folgendes verstehen: Eine intrinsische Struktur ist die Menge R derjenigen Relationen, die zwischen den Elementen eines Systems S herrschen und die gegenüber einer Menge M von Messsystemen transformations-invariant sind.

In Bezug auf die im MoCap-System repräsentierten Gesten haben wir es nun gleich mit beiden eingeführten Strukturtypen zu tun. Während die Beziehung von Messsystem (MoCap) und raumzeitlicher Realgeste eine extrinsische Relation ist, werden mittels des MoCap-Systems intrinsische Relationen innerhalb eines gestischen Vollzuges gemessen und repräsentiert. Zwei Gesten, jeweils betrachtet als Ganze (als logische Individuen), sind demnach intrinsisch strukturhomomorph, wenn sie in Bezug auf das jeweils gleiche Messsystem mit gleichbleibendem Abstraktionslevel immer dieselben Relationen exemplifizieren, also transformationsinvariant sind. Extrinsisch strukturhomomorph sind sie – in Bezug auf das Messsystem selbst – wenn das Messsystem eine in der Praxis bewährte, konventionalisierte Methode der Messung³¹ und der indexikalischen Repräsentation (qua Morphismus) darstellt. In diesem Fall ist das Messsystem hinreichend geeignet, intrinsische Strukturen innerhalb verschiedener Ganzer desselben Phänomenbereichs adäquat zu messen. Zu bemerken ist hier jedoch, dass intrinsische Strukturhomomorphie freilich nur den idealen Grenzfall markieren kann, da zwei Gesten nie völlig strukturhomomorph sind. Was das hier beschriebene Verfahren zur Erfassung extrinsischer Strukturhomomorphie jedoch nichtsdestotrotz leistet, ist zum einen, mittels einer diagrammatischen Strukturparametrisierung die Möglichkeit zur konkreten Individuierung einer jeden beliebigen Geste zu schaffen und somit die Vergleichshinsicht für mögliche Gestentypisierungsverfahren zu liefern; und zum anderen, diese Vergleichshinsicht³² für ein quantitatives, algorithmisch arbeitendes System operationabel zu machen. Die Möglichkeit zur Operationalisierung von Strukturähnlichkeiten realisiert sich dabei im reziproken Aufeinanderbezug von Indexikalität, Ikonizität und systemimmanenter Parametrisierung, indem die zunächst auf indexikalischen Prozessen beruhende Ikonizität der Perzeptionsgestalten zum Schema sowohl der Messung als auch der graphisch-diagrammatischen Visualisierung erhoben wird.

4. Diagrammatische Visualisierung konkreter Gesten qua MoCap – vom (Ab-)Bild zur Statistik

4.1 MoCap-Diagramme von Gesten – Identität, Induktion und Erkenntniskraft

Da sich zeitliche, dynamische Phänomene wie redebegleitende Gesten in zwei sich einander ausschließenden Formen, der Synchronizität (= zeitliche Identität im Raum) und der Diachronizität (= zeitliche Nicht-Identität im Raum), zeigen, kann die graphische Darstellung eines zeitlichen Verlaufs oder Vollzugs prima facie scheinbar nur durch die diachrone Aneinanderreihung einzelner, diskreter Abbildungen geschehen (siehe Abb. 4).³³ Doch Verlaufsdiagramme, die wie diejenigen eines MoCap-Systems zeitliche, dynamische Vollzüge abbilden, werfen bei näherem Hinsehen ein interessantes epistemisches Problem³⁴ auf: Aggregieren wir zwei nacheinander erstellte Diagramme, die jeweils die Raumpositionen von nicht identischen³⁵ Markern synchron erfassen und diese durch mehrere nicht identische Punkte³⁶ repräsentieren, zu einem einzigen, verdoppelt sich zunächst die Anzahl der im aggregierten Diagramm enthaltenen Punkte. Bei drei aggregierten Diagrammen verdreifacht sie sich, bei vier Diagrammen vervierfacht sie sich, und so fort. Zeichnen wir nun eine Diagrammlinie ein, stellt sich jedoch die Frage nach der *I d e n t i t ä t* dessen, worauf die Punkte referieren. Kurz gesagt, lautet die hier aufkommende metaphysische Frage: Ist ein Marker noch derselbe Marker, wenn er seine Position in der Raumzeit geändert hat?³⁷ Streng genommen dürfen, um einen zeitlichen Vollzug visualisieren zu können, schließlich nur diejenigen Punkte miteinander verbunden werden, die entweder dieselbe Raumzeitposition einnehmen (also jeder Punkt mit sich selbst, und damit eben letztlich gar keiner), oder aber diejenigen, die trotz verschiedener Raumzeitpositionen auf „identische“ Entitäten bezugnehmen,³⁸ bzw. die vom selben Marker verursacht wurden. Raumzeitpositionen, relativ zu einem virtuellen Koordinatensystem, sind jedoch die entscheidenden Kriterien für die Identität raumzeitlicher Individuen – und der Blick auf das empirische Relativ hilft somit nicht wirklich weiter, denn für physische Objekte hängt die Identitätsfrage eben an ihrer Position in der Raumzeit – und wir geraten in einen *circulus vitiosus*. Wir müssen uns also mit einem Kunstgriff helfen, der die Kriterien der Identität auf einer anderen Ebene, im Diagrammatischen, verortet – in der Referenz und der Induktion.³⁹

Auf Seiten des Repräsentans ist die Identifikation eines Markers $M_a T_x$, der vom vorangehenden Diagramm zum Zeitpunkt T_1 zum darauffolgenden Diagramm zum Zeitpunkt T_2 seine Position verändert, als „derselbe Marker $M_a T_x$ “, genau dann hinreichend gewährleistet, wenn auf Seiten des Repräsentans die Veränderung von Position₁ zu Position₂ auf einer plausiblen, möglichen, kinematischen Diagrammlinie liegt. Die tatsächliche Diagrammlinie (hier: die Marker-Trajektorie) ergibt sich damit sowohl aus dem Abgleich möglicher plausibler kinematischer Trajektorien, als auch

aus der daraus resultierenden Identifikation der T_{2-n} -Marker mit den jeweiligen T_1 -Pendants.

Der hier zum Tragen kommende Morphismus ist also selbst nichts weiter als die (mathematische) Projektion bereits vorhandener abstrakter, diagrammatischer Verlaufsschemata auf die diachrone Akkumulation digitaler, diskreter, konkreter Momentaufnahmen, die somit ein ebenso konkretes Verlaufsdigramm als Output erzeugt. Welche Punkte also auf jeweils „mit sich selbst identische“ Marker referieren (in einem bis auf die Zeitdimension annehmbaren Sinn von Identität), – welche Punkte also qua Diagrammlinie zu einer kinematischen Zeitverlaufskurve miteinander verbunden werden dürfen, richtet sich letztlich danach, inwieweit die daraus resultierende konkrete Diagrammlinie einem abstrakten Verlaufsschema, und damit einer erwartbaren, einer wahrscheinlichen Diagrammlinie hinreichend ähnlich ist. Die unterstellte Identität der sich durch die Raumzeit bewegenden Entitäten, auf die mit den nichtidentischen Diagrammpunkten referiert wird, ist also eine induktive Leistung eines unserem Wahrnehmung- und Erkenntnisapparat nachempfundenen diagrammatischen Systems, und damit letztlich eine in ein Programm gegossene Projektion von Erfahrungswerten in die Zukunft: eine in praxi bewährte Erwartung, ein in praxi bewährtes Vorurteil, eine in praxi bewährte, nützliche Präsupposition.⁴⁰ In dieser Hinsicht gleicht das Modell dem epistemischen Apparat unserer Kognition: Solange es eine in praxi bewährte Konvention oder Gewohnheit (*habit*) gibt (Peirce 1960), so und so zu verfahren, verfahren wir so.⁴¹

4.2 Datenkorpora und relationsbasierte Ähnlichkeitssuche

Zusammenfassend können wir also festhalten, dass ein MoCap-System eine numerische Datenchart generiert, in der sämtliche Raumzeitpositionen aller Marker eines jeweiligen Markersets in 4-Koordinaten-Tupeln erfasst sind. Diese Datenchart stellt wiederum die Basis für die graphischen, diagrammatischen Visualisierungen am Bildschirm dar, die entweder auf die zweidimensionale Fläche des Bildschirms projizierte dreidimensionale Bewegungsspuren in Form einzelner Trajektorien sein können – oder die aber die Form typischer Graphen haben, die raumzeitliche Relationen innerhalb einer einzelnen Geste (Beschleunigung, Ausdehnung, usw.), oder auch raumzeitliche Relationen zwischen verschiedenen Gesten verschiedener Probanden abbilden.⁴² Hinsichtlich möglicher statistischer Korrelationen ist dies eine essentielle Eigenschaft des Verfahrens: Durch die genormte Mess- und Repräsentationsform wird gestisches Verhalten menschlicher Probanden vergleichbar – und zwar simultan auf allen Abstraktionsebenen, die das System modelliert (Raum + Zeit). Das System und seine diagrammatische Verfahrensweise fungieren hier also als das eingangs angesprochene *tertium comparationis*: zwei Gesten sind ähnlich oder unähnlich, strukturhomomorph oder nicht strukturhomomorph in Bezug auf ein indexikalisches_{k+p} (vgl. Pape 2009: 417), diagrammatisches Modell, welches aus seiner Daten-

basis ikonische Bewegungsgestalten erzeugt, die somit einem graphisch mediatisierten Vergleich hinsichtlich ihrer etwaigen Gestaltähnlichkeit zugänglich gemacht werden.

Die Datenbasis kann hier also im Grunde genommen als ein Datenkorpus gelten, das sowohl hinsichtlich verschiedener Parameter, als auch verschiedener Perspektiven untersucht werden kann. Diese Parameter können z.B. die statistisch gemittelte gestische Raumnutzung (Höhe, Tiefe, Breite), die Beschleunigung, die Frequenz, der Abstand vom Körper des Probanden, oder die Dauer von gestischem Verhalten sein. Dies wiederum kann mit Perspektive auf einzelne Probanden oder aber auf das gesamte Korpus untersucht werden. Weiterhin können einzelne Trajektorienformen (als *Perzeptionsgestalten* oder in Form algorithmisch erzeugter *Gestensignaturen*, vgl. Posner 2010; Beecks u.a. 2016; Schüller u.a. 2017) hinsichtlich der Häufigkeit ihres Auftretens geprüft werden. Auch dies kann wiederum entweder intrasubjektiv, also bezogen auf einzelne Probanden, oder intersubjektiv unter korpusweiter Perspektive geschehen. Da zwei Gesten jedoch bezogen auf ihre räumliche Struktur/Gestalt nie identisch,⁴³ sondern höchstens ähnlich sind, bedarf es zum Aufspüren solcher ähnlicher gestischer Instanzen komplexer algorithmischer, distanzbasierter Ähnlichkeitsmodelle,⁴⁴ die auf der Datenbasis operieren.

Da das Modell selbst mit einem diagrammatischen Verfahren erzeugt wurde, sind sämtliche im Modell repräsentierten Punkte⁴⁵ grundsätzlich geeignet, wiederum Diagramme als graphischen Output zu erzeugen. Welche Parameter und Größen, welche Indizes und welche Spuren jedoch nun wie korreliert werden sollen, obliegt dem jeweiligen Forschungsinteresse. Hier zeigt sich erneut die bereits von Peirce und Krämer herausgestellte epistemische, induktive und abduktive Funktion von Diagrammen, Relationen nicht nur her-, sondern – gewissermaßen in Tateinheit – auch vorzustellen: Bezüge zu kreieren und zu präsentieren (vgl. auch Pombo und Gerner 2010). Welchen Grad an struktureller Ähnlichkeit man jedoch letztlich als hinreichend ansetzt, um die Klassifikation rekurrenter Gestenformen zu einem Typen zu rechtfertigen, bleibt nicht zuletzt eine Frage des jeweiligen linguistischen, multimodalen Kontextes, in dem redegleitende Gesten auftreten (vgl. Bressen 2015; Fricke 2012; Müller 2010).

5. Diagrammatische Ikonizität in Gesten

Diagrammatische Strukturen in kommunikativen Handbewegungen haben in der Gestenforschung bereits in unterschiedlichen Disziplinen, insbesondere in der Semiotik, Anthropologie, Linguistik und Psychologie, Beachtung gefunden (vgl. Enfield 2003; Fricke 2012; Mittelberg 2006, 2014; Tversky 2011). Diagrammatisches Denken kann sich demnach im fortlaufenden multimodalen Diskurs durch die körperliche Modalität der Geste dynamisch manifestieren und durch das kognitiv-kommunikative Handeln vorstellungs- und erkenntnisfördernd unterstützt werden (Mittelberg und Ger-

ner, in Vorbereitung). Der bisher in diesem Artikel gesetzte Fokus auf Diagramme von Gesten soll an dieser Stelle um die in der Literatur vornehmlich eingenommene Perspektive ergänzt werden, indem wir anhand einiger Beispiele erörtern, inwiefern Gesten selbst diagrammatische Ikonizität in sich tragen, bzw. durch sie strukturiert und motiviert sein können. So wenden wir uns nun gestischen Diagrammen per se zu.

5.1 Multimodale (Dia-)Grammatik: Homomorphe Ikonizität in meta-sprachlichen Gesten

Gestisch evozierte Diagramme können Beziehungen zwischen Elementen abstrakter Wissensgebiete – wie etwa in der Mathematik oder Physik (Roth 2003) – im dreidimensionalen Gestenraum habhaft und sozial teilbar machen, wenn meist auch nur auf recht flüchtige und approximative Weise. Hier sollen exemplarisch die Grammatik und linguistische Theorie als Systeme abstrakter Kategorien und funktionaler Relationen herangezogen werden, um unterschiedlich gelagerte diagrammatische Zeichenprozesse in diskursintegrierten Gesten zu illustrieren. Linguistische Strukturen, beispielsweise Wörter, Phrasen, Sätze, aber auch ganze Diskurse, bieten sich aufgrund der ihr inhärenten diagrammatischen Ikonizität zur graphischen Repräsentation an (Jakobson 1961, 1966). Wie im Folgenden dargelegt, können gestische Performanzen, als visuell-körperlicher Teil multimodaler Erklärungen von Grammatik, diese essentielle Eigenschaft von Sprache – gesprochen wie geschrieben – hervortreten lassen (Mittelberg 2006, 2010).

Zum einen konnte beobachtet werden, dass Sprecher zum Teil so tun, als ob sie mit ihren Händen vor sich im Gestenraum Elemente gruppieren, die funktionale Einheiten in komplexeren morphologischen oder syntaktischen Gefügen bilden, beispielsweise um Satzklammern zu evozieren, welche Nominal- oder Verbalphrase eingrenzen (Mittelberg 2008). Andererseits kann eine senkrecht gehaltene flache Hand, mit der Außenkante nach unten zeigend, durch nachempfundene Schneidebewegungen Zäsuren zwischen einzelnen Konstituenten in einem gedachten, linear konzeptualisierten Satzraum profilieren. Indem sie hervorheben, wie sprachliche Kontexturen in ihre konstitutiven Teile zerlegt werden können, werden dabei metonymische Teil-Ganzes-Verhältnisse hervorgehoben (Jakobson 1963; Mittelberg und Waugh 2009). Im Beschreiben begriffen, führen die Lehrenden so analytische und zugleich kommunikative Handlungen aus, welche durch metaphorische Verfahren in der gegenständlichen Welt und dem einverlebten Handhaben von Dingen verankert sind (*embodiment*, Johnson 1987; vgl. Calbris 2011; Mittelberg 2013a; Müller 1998; Streeck 2009).

Anhand des folgenden Beispiels, in dem es um die Relation sprachlicher Elemente in einer Phrase geht, sollen die eben skizzierten multimodalen Prozesse diagrammatisch unterfütterter Bedeutungskonstitution veranschaulicht werden. Der in Abbildung 5 dargestellte Dozent erklärt auf Englisch,

aus welchen funktionalen Einheiten sich die Nominalphrase „the teacher“ zusammensetzt. Während er erläutert, dass das englische Nomen „teacher“ aus den Morphemen „teach-“, und „-er“ besteht, unterstreicht er die Existenz der beiden Bestandteile durch das Anheben erst der linken und dann der rechten Hand. Erstere scheint das lexikalische Morphem „teach“, die zweite das grammatische Morphem „-er“ zu halten.⁴⁶ Diese simultane Kombination, bestehend aus zwei einzel-



Abb. 5: Diagrammatische Ikonizität in Gesten: Nominalphrase „the teacher“.

nen, jeweils mit einer anderen Hand ausgeführten Gesten, lenkt die Aufmerksamkeit der betrachtenden Zuhörer darauf, dass die durch die beiden Hände des Sprechers sichtbar gemachten Elemente zwar unterschiedliche Funktionen haben, aber auf konzeptueller Ebene verbunden sind.

Seine Hände in der hier beschriebenen Konstellation haltend, führt der Dozent anschließend aus, dass die Nominalphrase „the teacher“ aus den Elementen „the“ und „teacher“ – und nicht aus „the“, „teach-“ (zusammenhängend) und „-er“ besteht. Er akzentuiert die strukturelle Zusammengehörigkeit von „teach-“ und „-er“ gestisch, indem er nun die verbalsprachliche Äußerung „the“ mit dem Anheben der linken Hand und die beiden Elemente „teach-“ und „-er“ durch das zweifache Anheben der rechten Hand markiert. Dieses simple Gestendiagramm veranschaulicht die innere Struktur zuerst des Nomens und dann der Nominalphrase. Durch die Strukturähnlichkeit von Repräsentamen (Geste) und Objekt (Nominalphrase) sind diese Ikone dyadischer Relationen (Peirce 1960) ein Beispiel für Homomorphismen (siehe Abschnitt 3).⁴⁷ Ohne die zeitlich zuvor sowie synchron produzierten sprachlichen Äußerungen wäre dabei nicht erkenntlich, worauf sich das Diagramm bezieht. Im Rede- und Aktionsverlauf kontextualisieren sich die in den beiden Modalitäten hervorgerbachten Zeichen also gegenseitig und bauen inkrementell ein Verständnis von den Inhalten seitens der Zuhörer auf (Jakobson 1987; Mittelberg und Waugh 2009).

Neben linear organisierten Strukturen gibt es in der Syntaxtheorie bekanntlich auch hierarchisch organisierte Strukturen, die sich nicht nur entlang der horizontalen, sondern auch entlang der vertikalen Achse von oben nach unten entfalten: Strukturbäume, wie sie in der generativen Grammatiktheorie üblich sind (Chomsky 1965; siehe Abb. 6).

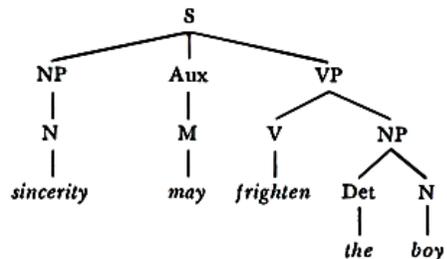


Abb. 6: Beispiel für einen Strukturbaum aus der Generativen Syntax (Chomsky 1965: 65).



Abb. 7: Gestische Nachahmung einer Verzweigung innerhalb eines Baumdiagramms.

In der folgenden Darstellung sehen wir, wie eine Linguistikprofessorin in Anlehnung an dieses hierarchische Syntaxverständnis zunächst ihre nach außen ausgestellten Unterarme zu einem nach unten offenen Dreieck formiert, wobei ihre zusammen gehaltenen Hände an der Spitze einen syntaktischen Knoten repräsentieren („a node“, Abb. 7). Sie stellt so einen Teil des Strukturbaumes metonymisch dar.⁴⁸ Darauf folgend zieht sie beide Hände seitlich nach unten, um den

Prozess des Verzweigens vorzuführen („it branches“) und die Konstituenten der hier abgebildeten syntaktischen Einheit zu nennen. Somit wird gestisch dargestellt, wie die dem Strukturbaum inhärente räumliche Hierarchie von dem jeweiligen, nächst höheren Knoten ausgeht, der die von ihm abhängigen, weiter unten liegenden Konstituenten dominiert. Die Metapher der hierarchischen Baumstruktur, welche sich entgegen natürlicher Bäume von oben nach unten verzweigt, wird hier in ihren strukturellen Grundeigenschaften für einige Sekunden diagrammatisch durch Teile des menschlichen Körpers und seine Bewegungen versinnbildlicht.

Hinsichtlich gestischer Instanziierungen diagrammatischer Ikone scheint es angebracht zwischen dem Nachahmen konventionalisierter diagrammatischer Darstellungsweisen wie (das Zeichnen von) Strukturbäumen oder Familienstammbäumen (Enfield 2003) auf der einen Seite – und spontan, ad hoc, vom Sprecher produzierten diagrammatischen Zeichen zu unterscheiden (Mittelberg 2008). Bevor wir uns letzteren (und damit abschließend noch ein weiteres Mal MoCap-Diagrammen von diagrammatischen Gesten) widmen, soll kurz auf die bildschematischen Qualitäten gestischer Diagramme eingegangen werden.

5.2 Verkörperte Bildschemata

In kognitionswissenschaftlichen wie kulturwissenschaftlichen Arbeiten, die auf der Verkörperungstheorie aufbauen (*embodiment*; Gibbs 2006; Lakoff und Johnson 1999; Krois u.a. 2011), spielen konzeptuelle Bildschemata eine zentrale Rolle. Johnson definiert *image schemas* als „recurring, dynamic patterns of our perceptual interactions and motor programs that give coherence and structure to our experience“ (Johnson 1987: xiv). In der Gestenforschung konnte bereits gezeigt werden, dass diese basalen, verinnerlichten Strukturen gestische und ganzkörperliche Ausdruckformen von innen her motivieren sowie den Gestenraum auf virtuelle Weise vorstrukturieren können (Cienki 2013; Mittelberg 2013). Zu den prominenten Schemata gehören das Weg-Schema (SOURCE-PATH-GOAL) und das Behältnis-

Schema (CONTAINER), welche Sprecher zum Beispiel anhand einer durch den Gestenraum gezogene, den zeitlichen Verlauf eines Projektes darstellende Linie – bzw. durch zwei Hände, die Diskursinhalte zu halten scheinen, evozieren können (Mittelberg 2010b). Generell kann Nichträumliches durch bildschematische Darstellungen, die oft eine diagrammatische Struktur aufweisen, verräumlicht werden, zum Beispiel durch das gestische In-Beziehung-Setzen von Elementen in hierarchisch und/oder zeitlich organisierten Gefügen. Hier sind gestische Darstellungen von Diskursstrukturen, Gewohnheiten, Listen sowie virtuelle Zeitstränge entlang horizontaler, vertikaler und sagittaler Achsen zu nennen (Bresssem 2015; Calbris 2011; Cienki und Müller 2008; Nunez und Sweetser 2006). Dabei scheinen kulturell geprägte Schreib- und Leserichtungen, seien es handschriftliche Praktiken oder gedruckte Texte, indirekt das Produzieren und Interpretieren von Gesten zu leiten (Mittelberg 2006).

Gestikulierende stellen durch Handkonfigurationen und -bewegungen dynamisch emergierende Strukturen im Raum erst her, ähnlich wie Zeichner die leere Fläche eines Blattes nutzen, um Figurationen entstehen zu lassen. Vergleichbar mit bedeutungsstiftenden Faktoren bildlicher Kompositionsprinzipien (vgl. Kress und van Leeuwen 2006) gibt es in der gestischen Kommunikation in den Raum eingeschriebene Anhaltspunkte für semantische Tendenzen bestimmter Segmente (McNeill 1992; Priesters und Mittelberg 2013). Da Bildschemata metaphorische Projektionen unterfüttern können (Johnson 1987), sind Raummetaphern (z.B. TIME IS SPACE) zentrale kognitiv-semiotische Verfahren, um zeitliche und andere abstrakte Konzepte und Relationen sprachlich und/oder gestisch zu repräsentieren (Cienki und Müller 2008). Zum Beispiel können metaphorische Verständnisse wie GOOD/IMPORTANT/HAPPY/MORE IS UP und BAD/UNIMPORTANT/SAD/LESS IS DOWN (Lakoff und Johnson 1999) nicht nur durch aufrechte oder niedergeschlagene Körperhaltungen ausgedrückt werden (STRAIGHT, BALANCE; Johnson 1987). Moralische Wertungen und monetäre Entwicklungen können auch durch gerade oder schlangenförmige Linien bzw. durch auf- oder absteigende Handbewegungen diagrammatisch Ausdruck finden (Cienki 1998; Müller 1998). Gestisches In-Bezug-Setzen von Inhalten in kulturbedingt eher positiv oder negativ belegten Regionen des Gestenraums (z.B. CENTER/PERIPHERY; UP/DOWN, oder RIGHT/LEFT) ist demnach ebenfalls auf diagrammatische Weise bedeutungsstiftend (Mittelberg 2012).

Im Kontext dieses Artikels ist von zentraler Bedeutung, dass es eine strukturelle Ähnlichkeit zwischen gewissen Bildschemata und diagrammatischen Ikonen gibt. Durch die schematische Natur gestischer Figurationen und Handlungen sowie durch die systematische Nutzung des Gestenraums können diese Strukturen für einen Moment semiotische Realität gewinnen (Mittelberg 2013a/b).

5.3 Gestendiagramme basierend auf mentalen Karten

Abschließend kommen wir auf ein prototypisches Beispiel von Diagrammen zu sprechen, nämlich auf geographische Karten (einschließlich mentaler Karten, die geographisches Wissen speichern), und die darauf aufbauenden multimodalen Routenbeschreibungen. In der gestischen Modalität kann es sich im Rahmen von Wegbeschreibungen um Skizzen eines Streckenverlaufs von einem Ort zum anderen und der dabei erzeugten Direktionalität (d.h. Indexikalität) oder um das Aufzeigen in Relation stehender Orientierungspunkte handeln (Fricke 2007). Das folgende Beispiel verdeutlicht einmal mehr, dass uns die MoCap-Technologie erlaubt, sonst unsichtbare, von gestikulierenden Händen im Gestenraum evozierte Bewegungsspuren im Entstehen zu visualisieren und die daraus resultierenden Figurationen als diagrammatische Gestalt erkennen zu lassen.

Abbildung 8 zeigt ein Diagramm von einer Reiseroute, auf welche sich die beiden Gesprächspartnerinnen nach einigen Vorschlägen und Aushandlungen einigen konnten (Mittelberg und Rekitzke eingereicht). Wir sehen hier also ein diagrammatisches Ikon im engeren, Peirce'schen Sinne, nämlich ein Bild von Relationen, welches Verbindungslinien zwischen verschiedenen Punkten, hier Stationen einer Reise, aufzeigt und dabei eine Verlaufsrichtung im Uhrzeigersinn aufweist. Gleichzeitig ist dieses gestisch produzierte Diagramm in den Gesprächsverlauf und einen größeren Diskurskontext eingebunden, in dem bestimmte Orte und Wegabschnitte bereits genannt und einige von ihnen simultan anhand indexikalischer Gesten in den Raum gesetzt wurden (Fricke 2007; McNeill 1992).

Im Vergleich zu geographischen Kartendiagrammen, die ebenfalls multimodal sind, indem sie graphische Elemente und sprachliche Symbole ver-

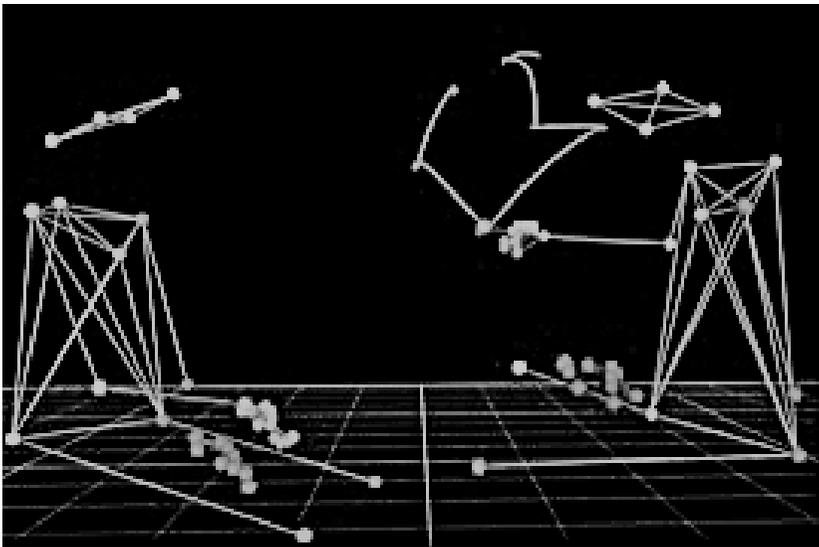


Abb. 8: Ein durch MoCap visualisiertes Gestendiagramm einer Reiseroute.

binden, ist ein Dialog natürlich wesentlich sprachlastiger. Interessanterweise werden die Städtenamen in diesem, die Planung resümierenden, Segment nicht mehr erwähnt. Indexikalische Elemente im gesprochenen Diskurs – wie „von da“, „nach da“, „rüber“, „runter“ – werden mit Zeigegesten sowie mit den, einzelne Orte zu einem Streckenverlauf verbindenden, Bewegungen veranschaulicht.⁴⁹ Dabei wird das gezeigte Diagramm (Abb. 8) von einer bildschematischen Wegstruktur (SOURCE-PATH-GOAL) virtuell gestützt sowie vom *common ground* (Clark 1996), der hier auf geographischem Wissen, den während des Diskutierens aufgebauten mentalen Karten der Reise und diagrammatischem Denken allgemein basiert. Diagrammatische Strukturen erhalten im gestischen Vollzug eine dreidimensionale, körperliche und performative dynamische Materialität, welche auf Papier oder Tafeln dargebrachte, statische zweidimensionale Diagramme nicht aufweisen. Gesten dieser Art sind, so legen unsere Beobachtungen nahe, eine Körpertechnik, welche – kulturell und interaktionell bedingt – Wissen, Erkenntnis- und Vermittlungsinteressen während des Diskursgeschehens operativ zum Ausdruck bringen (vgl. Krämer 2011; Krämer und Ljungberg 2017; Mittelberg, Schmitz und Groninger 2017).

6. Fazit

Diagramme von Gesten erlauben, wie in diesem Artikel anhand der MoCap-Bewegungserfassung erörtert, virtuelle diagrammatische Zeichen nicht nur zu visualisieren, zu modellieren und verschiedenen Analysemethoden zuzuführen, sondern letztendlich auch – wie in Abbildung 8 – Diagramme von diagrammatischen Gesten in statischer Form festzuhalten.

Durch die indexikalische Projektion auf ein Raumschema werden ikonische Perzeptionsgestalten erzeugt, die in der zunehmend quantitativ arbeitenden Gestenforschung als Vergleichshinsicht bei der morphologischen Bestimmung von Gestentypen genutzt werden können. Da der Visualisierung eine nach raumzeitlichen Parametern strukturierte Datenbasis zu Grunde liegt, sind operative Manipulationen an den aus ihr emergierenden Diagrammen möglich, sodass sämtliche Parameter (der gesamten Geste oder einzelner Marker) wechselseitig zueinander in Bezug gesetzt, und diese Bezüge wiederum diagrammatisch visualisiert werden können. Und genau hierin besteht der epistemische Mehrwert einer solchen diagrammatischen Repräsentation zeitlicher, kinematischer Vollzüge: Da wir mit einem MoCap-Diagramm über die strukturelle, parametrisierte Datenbasis aller relevanten Faktoren eines gesamten gestischen Vollzuges verfügen,⁵⁰ lassen sich sinnvolle Aussagen über emergierende Bewegungsmuster und bestimmte Variablenkorrelationen treffen – wie z.B. die Beschleunigung einzelner Körperpunkte oder Punktgruppen, die räumliche Ausdehnung einer Geste oder gar den statistischen Median dieser Werte über verschiedene Probanden hinweg.

Obschon in einer Laboraufnahme die gesprochene Sprache mit aufgenommen und anschließend analysiert wird, lassen sich semantische und

pragmatische Funktion nicht maschinell bestimmen. Die funktionale Grenze des Verfahrens markiert also die dynamische Formbestimmung von kinematischen Vollzügen und deren Überführung in Diagramme. Der sinnvolle Umgang mit den daraus entstehenden Diagrammen, und zuallererst auch deren sinnvolle Konfiguration und Organisation, bleibt im Rahmen dieser den empirischen Digital Humanities zuzuordnenden Verfahrensweise genauso im Verantwortungsbereich der beteiligten Forscher, wie die inhaltlich-semanticische Annäherung an den kommunizierten Sinn einer Geste im Verbund mit der verbalen Äußerung und anderen kontextuellen Faktoren. In Bezug auf formbasierte, semiautomatische Typisierungsverfahren kann von Seiten der Technik klarerweise immer nur ein Vorschlag gemacht werden, der dann dem menschlichen Geisteswissenschaftler, z.B. Semiotiker, zur Prüfung vorzulegen ist.

Anmerkungen

- 1 Vgl. hierzu Priesters und Mittelberg (2013). Bressen (2013: 1091) schreibt dazu: „Regarding the parameter ‘position’, the notational system draws again on the gesture space introduced by McNeill, which divides the gesture space ‘into sectors using a system of concentric squares’ (McNeill 1992: 86). Consequently, the notational system divides 4 basic sectors, i.e. ‘center center’, ‘center’, ‘periphery’ and ‘extreme periphery’ which are further differentiated according to the features ‘upper’, ‘lower’ as well as ‘right’ and ‘left’.“
- 2 Wie z.B. das Little Red Hen Lab. [<http://www.redhenlab.org>].
- 3 Als Zeitachse fungieren hier die Frames der Infrarotkameras.
- 4 Selbst während eines sog. Holds einer Geste, wo also eine bestimmte Handform über einen Zeitraum gehalten wird, ist die zeitliche Dimension nicht zu vernachlässigen, da ein Einfluss der Dauer des aufgeführten Gesten-Holds auf die Interpretation seitens des Rezipienten zumindest nicht ausgeschlossen werden kann.
- 5 Diese erfolgt im Rahmen einer Aggregation der einzelnen Punktmessungen (vgl. Schüller u.a. 2017).
- 6 Es handelt sich wie bereits erwähnt um eine Abbildung von (kausal motivierten) Indizes auf Typen z.B. eines an seinen Achsen mit Kennzahlen parametrisierten, abstrakten Raumes.
- 7 Vgl. dazu Peirces System der „Existential Graphs“. Einen Überblick bieten Siefkes (2005) und Sowa (2011).
- 8 Vgl. Kant (1956).
- 9 Vgl. zum Begriff des Um- und Überschreibens sowie der Transkription auch Jäger (2010).
- 10 Dies können jedoch auch physische, nicht-graphische Modelle sein, wie z.B. Maßstabsmodelle von Fahrzeugen, Brücken usw. oder Wellen- und Windkanäle usw. Hier geht es jedoch um Diagramme, nicht um physische Modelle, wobei die Grenzen hier fließend sein dürften. Vgl. dazu Bauer und Ernst (2010), Black (1962) sowie Mahr und Robering (2009).

- 11 Vgl. Bauer und Ernst (2010: 46; Hervorhebung im Original): „Das Diagramm wird zum *Medium eines sowohl anschaulichen als auch schlussfolgernden Denkens*, das sich in der gedanklichen Variation der vom Diagramm aufgezeigten Elemente, Relationen, und Proportionen vollzieht. Das Denken interagiert im Diagramm mit einem Medium, das nicht nur betrachtet, sondern handgreiflich manipuliert und geprüft werden kann.“
- 12 Vgl. hierzu insbesondere Stetter (2005).
- 13 Vgl. Krämer (2011): „Doch um genauer die Art und Weise zu bestimmen, welche für die diagrammatische Arbeit spezifisch ist, müssen wir zweierlei in Rechnung stellen: Einmal die ‚Spatialität‘ und zum andern, damit allerdings zusammenhängend, den ‚Graphismus‘. Gerade wenn es um die Evidenzkraft wie auch die Handhabbarkeit im Rahmen einer Epistemologie diagrammatischer Inskriptionen geht, ist es unabdingbar zu erörtern, welche Rolle es spielt, dass die Diagrammatik Raumrelationen einsetzt, um zumeist nicht räumliche Sachverhalte im Medium topologischer Relationen wie oben/unten, rechts/links, zentral/peripher auszudrücken. Wir übertragen die elementare Ordnungsmatrix, die unser Körper-im-Raum stiftet, auf die zweidimensionale Fläche. [...] Denn es ist erst die Linie, die aus einer Oberfläche eine Fläche der Inskription werden lässt. Das Medium des Graphischen im Wechselspiel von Punkt, Strich und Fläche bildet somit das Herz der Diagrammatik. Es schlägt im Takt einer Erkenntniskraft der Linie.“
- 14 Vgl. Stetter (2005).
- 15 Stetter (2005: 123–125) merkt bezüglich der Diagrammlinie an, dass es sich hierbei um eine digital (im Sinne Goodmans) organisierte, jedoch analogisch umgesetzte Generalisierung von einzelnen Punkten handelt, die im Diagramm so zu einer durchgehenden Linie verbunden sind, dass von ihrer punktuellen Natur abstrahiert wird: „Die Reduktion der ästhetischen Fülle einer Inskription auf das Diagrammatische erweist sich so als notwendige, wenn auch nicht hinreichende Bedingung der Typenbildung. Hinzukommen muß die Legende.“ (Stetter 2005: 125).
- 16 Transkript: „I have ... like I do run“.
- 17 Vgl. Posner (2010: 161): „Alle sichtbaren Sachverhalte und Gegenstände sind dreidimensional, doch was wir von diesen zu sehen bekommen, ist immer nur eine Seite: deren Perzeptionsgestalt“.
- 18 Der hier in Rede stehende Vergleich, für den eine Vergleichshinsicht überhaupt benötigt wird, ist natürlich derjenige zwischen Repräsentans und Repräsentandum. Darüberhinaus liefert die in diesem Verfahren indexikalisch erzeugte Repräsentation aber auch eine Vergleichshinsicht bezüglich anderer, mit demselben Verfahren vermessener Handgesten, die dann anhand ihrer graphischen (und numerischen) Repräsentation miteinander verglichen werden können (vgl. dazu: Beecks u.a. 2016; Schüller u.a. 2017).
- 19 Vgl. zum sogenannten Bonini-Paradox dessen Reformulierung bei Starbuck (1983: 158f.): „As a model grows more realistic it also becomes just as difficult to understand as the real-world processes it represents.“
- 20 Diese Satzfunktion instanziiert sich sowohl in logisch wahren (tautologischen) als auch in logisch falschen (paradoxen) Sätzen: Diese bilden somit die Grenzen des sinnvoll Sagbaren.

- 21 Vgl. hierzu wiederum Starbuck (1983: 159): „The best remedy for simulation’s disadvantages is moderation in the complexity of assumptions. One version of this idea states that a simulation model should be only incrementally more complex than a system one can analyse algebraically. [...] Another version of this idea says that a new simulation model should differ only marginally from a previous simulation model that one understands.“ Vgl. weiterhin Goodman (1997) hinsichtlich des Begriffs der „Fülle“.
- 22 Die Fußspuren-Metapher in Bezug auf Peirce’sche Indizes stammt von Helmut Pape (Pape 2007).
- 23 Vgl. Koschnick (1995: 564).
- 24 Vom „sinnvollen Satz“ ist hier deshalb die Rede, weil die folgenden Ausführungen sich nicht auf sog. „grammatische Sätze“ beziehen, die den Bereich des „sinnvoll Sagbaren“ transzendieren. Sofern solche grammatischen Sätze als logische Tautologien oder analytische Sätze aufgefasst werden, besagen diese nichts, sondern zeigen uns etwas: Sie exemplifizieren den Sprachgebrauch. (Vgl. Weiss 2005: 52; sowie weiterführend Quine 1979).
- 25 Vgl. Wittgenstein (1984: 17): „3. Das logische Bild der Tatsachen ist der Gedanke.
3.1 Im Satz drückt sich der Gedanke sinnlich wahrnehmbar aus.
4.01 Der Satz ist ein Bild der Wirklichkeit.
4.03 [...] Der Satz sagt nur insoweit etwas aus, als er ein Bild ist.“
- 26 In der Einstufung des Wahrheitsprädikates als „disjunktives Prädikat“ folgen wir Adolf Rami (2006).
- 27 Vgl. hierzu auch Wolfgang Künnes *alethischen Realismus* (Künne 2003).
- 28 Vgl. Wittgenstein (1984: 11): „2. Was der Fall ist, die Tatsache, ist das Bestehen von Sachverhalten.“
- 29 Vgl. Wittgenstein (1984: 15): „2.141 Das Bild ist eine Tatsache.“
- 30 Der wahre sinnvolle Satz ist somit die „Quasi-Schnittstelle“ zwischen den Popper’schen Welten 3 und 1. Vgl. dazu weiter Wittgenstein (1984: 15): „2.161 In Bild und Abgebildetem muß etwas identisch sein, damit das eine überhaupt ein Bild des anderen sein kann.“
- 31 Vgl. Wittgenstein (1984: 356), PU §242: „Aber was wir ‚messen‘ nennen, ist auch durch eine gewisse Konstanz der Messergebnisse bestimmt.“
- 32 Die der raumzeitlichen, dynamischen Entfaltung einer Geste angemessene Repräsentationsform ist die Trajektorie. Da diese zugleich das Identitätskriterium einer Geste ist, ist sie *eo ipso* die heranzuziehende Vergleichshinsicht beim Vergleich zweier Gesten (vgl. Beecks u.a. 2016).
- 33 Vgl. Leibniz (1996: 36): „Die Zeit ist die Ordnung des nicht zugleich Existierenden. Sie ist somit die allgemeine Ordnung der Veränderungen, in der nämlich nicht auf die bestimmte Art der Veränderungen gesehen wird.“
- 34 Zum Problem der Identität vgl. Leibniz und Loemker (1976).
- 35 Das Leibniz’sche Prinzip der Identität des Ununterscheidbaren: $\forall F(Fx \leftrightarrow Fy) \rightarrow x=y$, oder umgekehrt, der Ununterscheidbarkeit des Identischen: $x=y \rightarrow \forall F(Fx \leftrightarrow Fy)$. Die Konjunktion der beiden Prinzipien ist auch bekannt als das „Leibnizsche Gesetz“: $x=y \leftrightarrow \forall F(Fx \leftrightarrow Fy)$. Vgl. hierzu Forrest (2016).

- 36 So z.B. die Visualisierungen der einzelnen Marker in einem MoCap-System, verursacht durch Lichtreflexionen der Marker, Erfassung durch Infrarotkameras und Übersetzung in eine 2D Graphik mit Koordinatensystem.
- 37 Dieser Frage sei ein Zitat Wittgensteins zur Seite gestellt, das das Problem – und auch seine Lösung – verdeutlichen möge: „Beiläufig gesprochen: Von zwei Dingen zu sagen, sie seien identisch, ist ein Unsinn, und von einem zu sagen, es sei identisch mit sich selbst, sagt gar nichts.“ (Wittgenstein 1984: 62; Satz 5.5303).
- 38 Vgl. Hobbes (1949: 114): „Werden in diesem Schiff nach und nach alle Planken durch neue ersetzt, dann ist es numerisch dasselbe Schiff geblieben; hätte aber jemand die herausgenommenen alten Planken aufbewahrt und sie schließlich sämtlich in gleicher Richtung wieder zusammengefügt und aus ihnen ein Schiff gebaut, so wäre ohne Zweifel auch dieses Schiff numerisch dasselbe Schiff wie das ursprüngliche. Wir hätten dann zwei numerisch identische Schiffe, was absurd ist.“
- 39 Vgl. das sog. „Goodman-Paradox“ (Goodman 1979).
- 40 Vgl. Hume (2007: 59): „Daher ist es unmöglich, daß irgendwelche Begründungen durch Erfahrung (arguments from experience) diese Ähnlichkeit der Vergangenheit mit der Zukunft belegen können, denn all diese Begründungen beruhen ja auf der Voraussetzung (supposition) dieser Ähnlichkeit.“ Betreffend eines modallogischen Standardarguments in S5 und dem schwächeren System B, vgl. auch French (2006): „Suppose there are two objects that are distinguished by accidental features, as it might be one of the [otherwise symmetrical] spheres, A has a scratch, while the other B does not. Then it is possible that A has no scratch and hence possible that the spheres be indiscernible. If the Principle holds of necessity then that entails that it is possible that $A = B$. But by the Necessity of Identity that in turn entails that it is possibly necessary that $A = B$, so in S5 modal logic (or the weaker system B), it follows that $A = B$, which is absurd given that one has a scratch and the other does not. In this argument any accidental difference would suffice in place of the scratch.“ Da die betreffenden Marker nun also modallogisch betrachtet nicht notwendig identisch sind, sind sie folglich möglicherweise verschieden. Vgl. dazu auch die Diskussion der Identitätszeichens bei Wittgenstein, TLP, Satz 5.53: „Gleichheit des Gegenstandes drücke ich durch Gleichheit des Zeichens aus, und nicht mit Hilfe eines Gleichheitszeichens. Verschiedenheit der Gegenstände durch Verschiedenheit der Zeichen.“, Satz 5.534: „Und nun sehen wir, daß Scheinsätze wie » $a=a$ «, » $a=b.b=c. \rightarrow a=c$ «, » $(x).x=x$ «, » $(\exists x).x=a$ «, etc. sich in einer richtigen Begriffsschrift gar nicht hinschreiben lassen.“, Satz 5.534: „Damit erledigen sich alle Probleme, die an solche Scheinsätze geknüpft waren.“ (Wittgenstein 1984: 62). Weiterhin sei der hieran interessierte Leser auf die Diskussion des Identitätsbegriffs bei Geach und Quine verwiesen.
- 41 Vgl. dazu auch Papes (2009) Bemerkung zur „eigentliche[n] Leistung“ des Logiksystems der Peirce’schen Existential Graphs: „Die Semantik eines Behauptungsblattes erlaubt eine dem natürlichen Bewusstsein analoge Form der impliziten Quantifikation dadurch, dass die zweidimensionale Fläche zum indexikalischen Symbol des Wahrheitszusammenhangs aller Objekte in einem Gegenstandsbereich wird.“
- 42 Vgl. Priesters und Mittelberg (2013) bezüglich sog. Heat Maps gestischen Verhaltens und persönlichen Gestenstilen.

- 43 An dieser Stelle sei noch kurz auf die besonderen kulturellen Differenzen im gestischen Verhalten hingewiesen. Einen Überblick zur kulturwissenschaftlichen Orientierung in der Gestenforschung bieten Mittelberg und Schüller (2016).
- 44 Diese Ähnlichkeitsmodelle basieren auf distanzbasierten Funktionen wie der Earth-Movers-Distance-Function, die berechnet, wie ‚teuer‘ es ist, eine (als Token gegebene und als Type angesetzte) Trajektorie, bzw. deren errechnete Gestensignatur, in andere gegebene Trajektorien zu transformieren. Je ‚billiger‘ dies ist, desto ähnlicher sind sich die so verglichenen Trajektorien (vgl. hierzu erstmals Beecks u.a. 2016).
- 45 Diese bilden sozusagen die Substanz, die einen „MoCap-Sachverhalt“ konstituieren. Vgl. zum Modellcharakter von Diagrammen Mahr und Robering (2009: 284f.).
- 46 Im englischen Original: „... teacher consists of ‘teach-’ and ‘-er’ ... and ‘the teacher’ consists of ‘the’ and ‘teach-’ and ‘-er’.“
- 47 Hinsichtlich des verwandten Begriffes der isomorphen Ikonizität vgl. Fricke (2012), Givón (1985) und Mittelberg (2006).
- 48 Englischsprachiges Transkript: „Nodes alpha and delta branch, okay? So that’s a technical term ... when the node, a node dominates ..., woops I said a technical term too soon ... When the node is on top of two things or more, it branches.“
- 49 Transkript (Sprecherin rechts; Äußerung synchron zum Zeichnen des Diagramms in Abb. 8 in kursiv): „Wir fahren von Stockholm nach Prag und von Prag ... nach Kiew und von da nach unten irgendwo ... ich denke ... nee ich denke wir fahren dann so weißte *von da nach da rüber runter und dann nach da und dann wieder nach Hause*“.
- 50 Die Auswahl der relevanten Faktoren geschieht durch die Wahl des Marker setups und wird vom jeweiligen Forschungsinteresse geleitet.

Literatur

- Aristoteles (1997). *Metaphysik*. Hamburg: Meiner.
- Bauer, Matthias und Christoph Ernst (2010). *Diagrammatik. Einführung in ein kultur- und medienwissenschaftliches Forschungsfeld*. Bielefeld: Transcript.
- Beecks, Christian, Marwan Hassani, Jennifer Hinnell, Daniel Schüller, Bela Brenger, Irene Mittelberg und Thomas Seidl (2015). Spatiotemporal Similarity Search in 3D Motion Capture Gesture Streams. In: *Proceedings of the 14th International Symposium on Spatial and Temporal Databases (SSTD)*, Seoul, South Korea, August 26–28, 355–372.
- Beecks, Christian, Marwan Hassani, Jennifer Hinnell, Daniel Schüller, Bela Brenger, Irene Mittelberg und Thomas Seidl (2016). Efficient Query Processing in 3D Motion Capture Databases via Lower Bound Approximation of the Gesture Matching Distance. *International Journal of Semantic Computing*, 10, 1, 5–25.
- Black, Max (1962). *Models and Metaphors: Studies in Language and Philosophy*. Ithaca: Cornell University Press.
- Bressem, Jana (2015). Repetition als Mittel der Musterbildung bei redebegleitenden Gesten. In: Christa Dürscheid und Jan Georg Schneider (eds.). *Satz, Äußerung, Schema*. Berlin: De Gruyter, 421–441.

- Bortz, Jürgen und Nicola Döring (2005). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. 3. Auflage. Heidelberg: Springer-Medizin-Verlag.
- Calbris, Geneviève (2011). *Elements of Meaning*. Amsterdam/Philadelphia: Benjamins.
- Cienki, Alan (2013). Cognitive Linguistics. Spoken Language and Gesture as Expressions of Conceptualization. In: Cornelia Müller, Alan Cienki, Ellen Fricke, Silva Ladewig, David McNeill und Sedinha Tessendorf (eds.). *Body – Language – Communication: An international Handbook on Multimodality in Human Interaction*. Berlin: De Gruyter, 182–201.
- Cienki, Alan und Cornelia Müller (eds.) (2008). *Metaphor and Gesture*. Amsterdam/Philadelphia: Benjamins.
- Chomsky, Noam (1965). *Aspects of a Theory of Syntax*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Clark, Herbert H. (1996). *Using Language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Efron, David (1972). *Gesture, Race, and Culture*. The Hague: Mouton.
- Enfield, Nick J. (2003). Producing and Editing Diagrams Using Co-Speech Gesture: Spatializing Non-Spatial Relations in Explanations of Kinship in Laos. *Journal of Linguistic Anthropology* 13, 7–50.
- Forrest, Peter (2016). The Identity of Indiscernibles. In: Edward N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition). URL: <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/identity-indiscernible/>.
- Frege, Gottlob (1962). *Funktion, Begriff, Bedeutung. Fünf logische Studien*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- French, Steven (2006). Identity and Individuality in Quantum Theory. In: Edward N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2006 Edition). URL: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2006/entries/qt-idind/>.
- Fricke, Ellen (2007). *Origo, Geste und Raum*. Berlin und New York: De Gruyter.
- Fricke, Ellen (2012). *Grammatik multimodal. Wie Wörter und Gesten zusammenwirken*. Berlin und Boston: De Gruyter.
- Gibbs, Raymond Jr. (2006). *Embodiment and Cognitive Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Givón, Talmy (1985). Iconicity, Isomorphism, and Non-Arbitrary Coding in Syntax. In: John Haiman (ed.). *Iconicity in Syntax*. Amsterdam/Philadelphia: Benjamins, 187–219.
- Goodman, Nelson (1979). *Fact, Fiction and Forecast*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Goodman, Nelson (1997). *Sprachen der Kunst*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Hartmann, Ricoh (2010). Semiotische Maschinen. Zur Diagrammatik von Charles Sanders Peirce. URL: https://www.musikundmedien.hu-berlin.de/de/medienwissenschaft/medientheorien/hausarbeiten/Hartmann_Semiotische-Maschinen.pdf. [Letzter Zugriff am 13.01.2017].
- Hilbert, David (1899). *Grundlagen der Geometrie*. Leipzig: Teubner.
- Hobbes, Thomas (1949). *Grundzüge der Philosophie. Erster Teil: Lehre vom Körper*. Leipzig: Meiner.
- Hoffmann, Michael H. G. (2005). *Erkenntnisentwicklung: Ein semiotisch-pragmatischer Ansatz*. Frankfurt a.M.: Klostermann.
- Hume, David (2007). *Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.

- Jakobson, Roman (1987). Poetry of Grammar and Grammar of Poetry. In: Krystyna und Stephen Rudy (eds.). *Roman Jakobson. Language in Literature*. Cambridge, MA und London: Belknap of Harvard University Press, 124–144. [Zuerst erschienen 1961].
- Jakobson, Roman (1990). Parts and Wholes in Language. In: Linda Waugh und Monique Monville-Burston (eds.). *Roman Jakobson. On Language*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 110–114. [Zuerst erschienen 1963].
- Jakobson, Roman (1966). Quest for the Essence of Language. In: Linda Waugh und Monique Monville-Burston (eds.). *Roman Jakobson. On Language*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 407–421.
- Jakobson, Roman (1987). On the Relation between Auditory and Visual Signs. In: Krystyna Pomorska und Stephen Rudy (eds.). *Roman Jakobson. Language in Literature*. Cambridge, MA/London: Belknap of Harvard University Press, 467–473.
- Johnson, Mark (1987). *The Body in the Mind: The Bodily Basis of Meaning, Imagination, and Reason*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kant, Immanuel (1956). (KrV) *Kritik der reinen Vernunft*. Hamburg: Meiner.
- Kant, Immanuel (1974). (KdU) *Kritik der Urteilskraft*. Hamburg: Meiner.
- Ketner, Kenneth Lane und Arthur Franklin Stewart (1984). The Early History of Computer Design: C. S. Peirce and Marquand's Logical Machines. *Princeton University Library Chronicle* XLV 3, 187–224.
- Koschnick, Wolfgang J. (1995). *Management: Enzyklopädisches Lexikon*. Berlin: De Gruyter.
- Krämer, Sybille (1998). Das Medium als Spur und als Apparat. In: dies. (eds.). *Medien – Computer – Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 73–94.
- Krämer, Sybille (2009). Skript zur VL Das ‚Auge des Denkens‘. Visuelle Epistemologie am Beispiel der Diagrammatik. 12. VL: Charles Sanders Peirce. Sichtbarkeit und Graphematik des Denkens. FU Berlin WS 2009/10.
- Krämer, Sybille (2010). Skript zur VL Das ‚Auge des Denkens‘. Visuelle Epistemologie am Beispiel der Diagrammatik, 4. VL: Schlüsselszene Platon: Was Linien zu entdecken geben. Platons Liniengleichnis. FU Berlin WS 2009/10.
- Krämer, Sybille (2011). Rezension zu Matthias Bauer; Christoph Ernst: Diagrammatik. *rezensionen:kommunikation:medien*, 10. Januar 2011. URL: <http://www.rkm-journal.de/archives/4371>.
- Krois, John M., Mats Rosengren, Angela Steidele und Dirk Westerkamp (eds.) (2007). *Embodiment in Cognition and Culture*. Amsterdam/Philadelphia: Benjamins.
- Künne, Wolfgang (2003). *Conceptions of Truth*. Oxford: Clarendon.
- Lakoff, George und Mark Johnson (1999). *Philosophy in the Flesh*. New York: Basic Books.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1954). *Monadologie*. Stuttgart: Reclam.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1996). *Philosophische Werke / Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie*. Band 3, Teil 1. Hamburg: Felix Meiner.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm und Leroy E. Loemker (1976). *Philosophical Papers and Letters. A Selection Translated and Edited, with an Introduction by Leroy E. Loemker*. Holland/Boston: Reidel.
- Leonard, Henry S. und Nelson Goodman (1940). The Calculus of Individuals and Its Uses. *Journal of Symbolic Logic* 5, 2, June 1940, 45–55.

- Mahr, Bernd und Klaus Robering (2009). Diagramme als Bilder, die Modelle repräsentieren. *Zeitschrift für Semiotik* 31, 3–4, 275–309.
- McNeill, David (1992). *Hand and mind: What Gestures Reveal about Thought*. Chicago: Chicago University Press.
- McNeill, David (2005). *Gesture and Thought*. Chicago: University of Chicago Press.
- Mittelberg, Irene (2006). *Metaphor and Metonymy in Language and Gesture: Discourse Evidence for Multimodal Models of Grammar*. Ann Arbor, MI: UMI. [Ph.D. Dissertation, Cornell University].
- Mittelberg, Irene (2008). Peircean Semiotics Meets Conceptual Metaphor: Iconic Modes in Gestural Representations of Grammar. In: Alan Cienki und Cornelia Müller (eds.). *Metaphor and Gesture*. Amsterdam: Benjamins, 115–154.
- Mittelberg, Irene (2010). Geometric and Image-Schematic Patterns in Gesture Space. In: Vyvyan Evans und Paul Chilton (eds.). *Language, Cognition, and Space: The State of the Art and New Directions*. London: Equinox, 351–385.
- Mittelberg, Irene (2012). Ars memorativa, Architektur und Grammatik. Denkfiguren und Raumstrukturen in Merkbildern und spontanen Gesten. In: Thomas H Schmitz und Hannah Groninger (eds.). *Denkzeug-Werkzeug. Manuelle Intelligenz und Transmedialität kreativer Prozesse*. Bielefeld: Transcript, 191–221.
- Mittelberg, Irene (2013a). The Embodied Mind: Cognitive-Semiotic Principles as Motivating Forces in Gesture. In: Cornelia Müller, Alan Cienki, Ellen Fricke, Silva Ladewig, David McNeill und Sedinha Tessendorf (eds.). *Body – Language – Communication: An International Handbook on Multimodality in Human Interaction*. Berlin: De Gruyter, 750–779.
- Mittelberg, Irene (2013b). Balancing Acts: Image schemas and Force Dynamics as Experiential Essence in Pictures by Paul Klee and their Gestural Enactments. In: Mike Borkent, Barbara Dancygier und Jennifer Hinnell (eds.). *Language and the Creative Mind*. Stanford: CSLI, 325–346.
- Mittelberg, Irene (2014). Gestures and Iconicity. In: Cornelia Müller, Alan Cienki, Ellen Fricke, Silva Ladewig, David McNeill und Sedinha Tessendorf (eds.). *Body – Language – Communication: An International Handbook on Multimodality in Human Interaction*. Berlin: De Gruyter, 1712–1732.
- Mittelberg, Irene und Alexander Gerner (eds.) (in Vorbereitung). *Body Diagrams: On the Epistemic Potential of Gesture*.
- Mittelberg, Irene und Linn-Marlen Reikittke (eingereicht). Kognitiv-aktionale Strukturen und Praktiken multimodaler Bedeutungskonstitution. Frames und Diagramme im dialogischen Aushandeln von Reiserouten. *Zeitschrift für Gesprächsforschung*.
- Mittelberg, Irene, Thomas H. Schmitz und Hannah Groninger (2017). Operative Manufakte: Gesten als unmittelbare Skizzen in frühen Stadien des Entwurfsprozesses. In: Sabine Ammon und Inge Hinterwaldner (eds.). *Bildlichkeit im Zeitalter der Modellierung. Operative Artefakte in Entwurfsprozessen der Architektur und des Ingenieurwesens*. München: Fink, 55–89.
- Mittelberg, Irene und Daniel Schüller (2016). Kulturwissenschaftliche Orientierung in der Gestenforschung. In: Ludwig Jäger, Werner Holly, Peter Krapp, Samuel Weber, Simone Heeckeren (eds.). *Language – Culture – Communication. An International Handbook of Linguistics as Cultural Study*. Berlin und New York: De Gruyter, 871–884.

- Mittelberg, Irene und Linda R. Waugh (2009). Metonymy first, Metaphor second: A Cognitive-semiotic Approach to Metaphor and Metonymy in Co-speech Gesture. In: Charles Forceville und Eduardo Urios-Aparisi (eds.). *Multimodal Metaphor*. Berlin und New York: Mouton de Gruyter, 322–358.
- Müller, Cornelia (1998). *Redebegleitende Gesten. Kulturgeschichte – Theorie – Sprachvergleich*. Berlin: Berliner Wissenschafts-Verlag.
- Müller, Cornelia (2002). Eine kleine Kulturgeschichte der Gestenbetrachtung. *Psychotherapie und Sozialwissenschaft* 4, 1, 3–29.
- Müller, Cornelia (2010). Wie Gesten bedeuten. Eine kognitiv-linguistische und sequenzanalytische Perspektive. *Sprache und Gestik*. Sonderheft der Zeitschrift *Sprache und Literatur* 41, 1, 37–68.
- Núñez, Rafael und Eve E. Sweetser (2006). Aymara, where the Future is behind you: Convergent Evidence from Language and Gesture in the Cross-linguistic Comparison of Spatial Construals of Time. *Cognitive Science* 30, 1–49.
- Pape, Helmut (2007). Fußabdrücke und Eigennamen: Peirces Theorie des relationalen Kerns der Bedeutung indexikalischer Zeichen. In: Sybille Krämer, Werner Kogge und Gernot Grube (eds.). *Spur – Spurenlesen als Orientierungstechnik und Wissenskunst*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 37–55.
- Pape, Helmut (2009). Ikonischer Realismus als neue Metaphysik? *Zeitschrift für Semiotik* 31, 3–4, 411–420.
- Peirce, Charles S. (1887). Logical Machines. *The American Journal of Psychology*, 165–70. (Wiederveröffentlicht in: NEM III, 632.)
- Peirce, Charles S. (1909). (MS) The Charles S. Peirce Papers Manuscript Collection in the Houghton Library, Harvard University. Available in the Peirce Microfilm edition. Pagination: CSP = Peirce / ISP = Institute for Studies in Pragmatism.
- Peirce, Charles S. (1958). (CP) *Collected Papers of Charles S. Peirce*, Bd. 1–6 (1931–1935). Charles Hartshorne and Paul Weiss (eds.), Bd. 7–8, Arthur W. Burks (ed.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Peirce, Charles S. (1976). (NEM) *The New Elements of Mathematics by Charles S. Peirce*, Bd. III und IV. Carolyn Eisele (ed.). The Hague: Mouton / Atlantic Highlands: Humanities Press.
- Peirce, Charles S. (1992). (EP I) *The Essential Peirce, Selected Philosophical Writings*, Bd. 1 (1867–1893), Nathan Houser and Christian Kloesel (eds.). Bloomington und Indianapolis: Indiana University Press.
- Peirce, Charles S. (1998). (EP II) *The Essential Peirce, Selected Philosophical Writings*, Bd. 2 (1893–1913), Peirce Edition Project (eds.). Bloomington und Indianapolis: Indiana University Press.
- Peirce, Charles S. (2000). Die Kunst des Rasonierens (MS 404, 1893). In: Charles S. Peirce. *Semiotische Schriften*. Bd.1, Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 191–201.
- Pombo, Olga und Alexander Gerner (eds.) (2010). *Studies in Diagrammatology and Diagrammatic Praxis*. London: College Publications.
- Popper, Karl R. (1973). *Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf*. Hamburg: Hoffmann und Campe.
- Posner, Roland (2009). Einführung zum Themenheft „Diagrammatische Zeichen“, *Zeitschrift für Semiotik* 31, 3–4, 213–229.

- Posner, Roland (2010). Die Wahrnehmung von Bildern als Zeichenprozess. In: Dieter Maurer und Claudia Riboni (eds.). *Bild und Bildgenese*. Frankfurt a.M.: Lang, 139–183.
- Priesters, Matthias A. und Irene Mittelberg (2013). Individual Differences in Speakers' Gesture Spaces: Multi-angle Views from a Motion-Capture Study. *Proceedings of the Tilburg Gesture Research Meeting (TiGeR), June 19–21*.
- Quine, Willard Van Orman (1979). Zwei Dogmen des Empirismus. In: Willard Van Orman Quine: *Von einem Logischen Standpunkt. Neun logisch-philosophische Essays*. Frankfurt a.M., Berlin, Wien: Ullstein, 27–50.
- Rami, Adolf (2006). Die Grenzen des Wahrheitsdeflationismus. URN: urn:nbn:de:swb:14-1153322363333-86419.
- Reitberger, Klaus. Wittgensteins Bild. URL: <https://klausreitberger.files.wordpress.com/2008/08/wittgensteins-bild.pdf>. [Letzter Zugriff am 13.1.2017].
- Ridder, Lothar (2002). *Mereologie. Ein Beitrag zur Ontologie und Erkenntnistheorie*. Frankfurt a.M.: Klostermann.
- Roth, Wolf-Michael (2003). From Epistemic (ergotic) Actions to Scientific Discourse: The Bridging Function of Gestures. *Pragmatics and Cognition* 11, 141–170.
- Schüller, Daniel, Christian Beecks, Marwan Hassani, Jennifer Hinnell, Bela Brenger, Thomas Seidl und Irene Mittelberg (2017). Automated Pattern Analysis in Gesture Research: Similarity Measuring in 3D Motion Capture Models of Communicative Action. *Digital Humanities Quarterly* 11, 2.
- Siefkes, Martin (2005). Logik und Freiheit. Ein semiotisches Modell des Denkens im Anschluss an C.S. Peirce. *Kodikas/Code. Ars Semeiotica* 28, 3–4, 211–242.
- Sowa, John F. (2011). Peirce's tutorial on existential graphs. *Semiotica* 186, 1–4, *Special issue on diagrammatic reasoning and Peircean logic representations*, 345–394.
- Starbuck, William H. (1983). Computer Simulation of human behavior. *Behavioral Science* 28, 154–165.
- Stetter, Christian (2005). Bild, Diagramm, Schrift. In: Gernot Grube, Werner Kogge und Sybille Krämer (eds.). *Schrift: Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine*. München: Fink, 115–135.
- Stjernfelt, Frederik (2007). *Diagrammatology: An Investigation on the Borderlines of Phenomenology, Ontology and Semiotics*. Dordrecht, Heidelberg, London und New York: Springer.
- Streeck, Jürgen (2009). *Gesturecraft: The Manu-Facture of Meaning*. Amsterdam: Benjamins.
- Tversky, Barbara (2011). Visualizing Thought. *Topics in Cognitive Science*, 3, 3, 499–535.
- Weigel, Sigrid (2015). *Grammatologie der Bilder*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Weiss, Thomas (2005). *Die Gebrauchstheorie der Bedeutung im Big Typescript – eine neue Perspektive auf Wittgenstein*. Berlin: Tenea.
- Wittgenstein, Ludwig (1984). *Tractatus logico-philosophicus, Tagebücher 1914–1916, Philosophische Untersuchungen. Werkausgabe*, Band 1, Frankfurt a.M.: Suhrkamp.

*Daniel Schüller, M.A.
Natural Media Lab
Human Technology Centre und Institut für Anglistik, Amerikanistik und Romanistik
RWTH Aachen
Theaterplatz 14
D-52062 Aachen
E-Mail: schueller@humtec.rwth-aachen.de*

*Prof. Irene Mittelberg, PhD.
Natural Media Lab
Human Technology Centre und Institut für Anglistik, Amerikanistik und Romanistik
RWTH Aachen
Theaterplatz 14
D-52062 Aachen
E-Mail: mittelberg@humtec.rwth-aachen.de*