

LOKATOR — Multimodale Bedeutungskonstitution in situierten Agenten*

Matthias Rehm

Lehrstuhl für Multimedia-Konzepte und ihre Anwendungen
Universität Augsburg
rehm@informatik.uni-augsburg.de

Kontrastive linguistische Untersuchungen zeigen, dass es drei grundlegende Arten räumlicher Verweissysteme gibt, die in unterschiedlichen logischen Implikationen resultieren. Damit eignet sich diese Domäne gut zur Modellierung eines Konzeptbildungsprozesses, der davon ausgeht, dass ein Agent in Prozessen der Selbstorganisation und Selektion eigenständig Unterscheidungsmerkmale aufbaut und diese nicht in seiner Umwelt „findet“. Das vorgeschlagene System stellt eine Modellierung dieses Ansatzes für das Problem des Spracherwerbs in der räumlichen Domäne dar. Es wurden eine Reihe von Simulationen durchgeführt, die Evidenzen für die Anwendbarkeit einer solchen dynamischen Sichtweise auf Konzepte liefern.

1 Einführung

In den letzten zehn Jahren wurden verstärkt kontrastive linguistische Untersuchungen zur Art räumlichen Verweisens durchgeführt (z.B. [BL01]; [CB91]; [Sen97]; [Sen95]). Diese Untersuchungen zeigen Evidenzen, dass es sich hierbei um eine Domäne handelt, die in verschiedenen Sprachen semantisch und konzeptuell unterschiedlich strukturiert wird. Es werden drei Rahmen räumlicher Referenz postuliert (intrinsisch, relativ und absolut), deren Verwendung in unterschiedlichen logischen Implikationen resultiert. So sind Referenzen in absoluten Systemen unabhängig von Standpunkt und Orientierung des Sprechers. Beispiel einer relativen räumlichen Referenz ist die Äußerung *Die Kuh steht rechts von der Hütte*. Gemeint ist damit relativ zu Sprecher oder Hörer steht die Kuh *rechts* von der Hütte. Absolute räumliche Referenzen verwenden dagegen Referenzachsen, die in der Umwelt verankert sind. Die gleiche Szene könnte dann beispielsweise im Marquesan beschrieben werden durch *Die Kuh steht seewärts der Hütte* (*Ena te piha ma tai o te ha'e*).

Diese Domäne ist sehr gut geeignet, um Bedeutungskonstitution in situierten Agenten zu modellieren. In LOKATOR wird hierunter die Genese von Konzepten verstanden, die eine erfolgreiche Kategorisierung von Teilen der Realität zulassen, die aus Sicht des Agenten

*Die Arbeit wurde von der DFG im Rahmen des Graduiertenkollegs Aufgabenorientierte Kommunikation (GK256) gefördert. Die Dissertation ist online abrufbar unter <http://archiv.ub.uni-bielefeld.de/disshabi/2001/0076/>.

relevant sind. Erfolgreich bedeutet in diesem Zusammenhang in einer Weise, die kompatibel mit den erfahrenen perzeptuellen und sprachlichen Eingaben ist. Konzepte stellen die Verbindung zwischen Perzepten und sprachlichen Symbolen her. Auf diese Weise erlauben sie zum einen die Verankerung sprachlicher Symbole in sensorischen Eingaben, zum anderen erlauben sie die Strukturierung perzeptueller Aktivierung mit Hilfe eines abstrakten Symbolsystems.

Bei LOKATOR handelt es sich um ein Simulationssystem¹, in dem anthropomorphe Agenten eine virtuelle Umwelt explorieren (Abb. 1). Die Implementierung folgt dabei der Agentendefinition von Franklin und Graesser (1996). Während dieser Exploration bewegen sich die Agenten autonom durch die Umwelt, die sie mit Hilfe eines visuellen Sensors wahrnehmen. Zusätzlich erhalten sie von Zeit zu Zeit sprachliche Eingaben, welche eine Lokalisation eines Objektes in der aktuellen Situation darstellen.

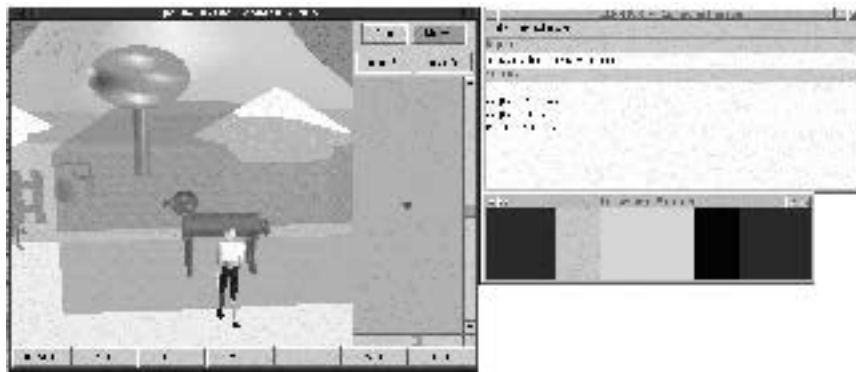


Abbildung 1: Eine Beispielszene aus LOKATOR. Vom Agenten ausgehend ist der Bereich des visuellen Sensors hervorgehoben. Im Hintergrund ist der Berg zu erkennen. Im rechten Teil der Abbildung ist oben das Eingabefenster für die Spracheingaben und unten die Ausgabe des visuellen Sensors zu sehen, wobei die Tiefeninformation nicht dargestellt wird.

Auf der Grundlage der Verknüpfung der sprachlichen Kompetenz eines Agenten mit seinen sensorischen Fähigkeiten kreierte dieser in Prozessen der Selbstorganisation und Selektion Unterscheidungsmerkmale, die eine Konzeptbildung erlauben. Diese Konzeptbildung findet nicht als Selbstzweck statt. Daher ist es von entscheidender Wichtigkeit zu untersuchen, in welcher Weise die erfolgte Konzeptualisierung, d.h. die Kategorisierungsfähigkeit, auf die Interaktion des Agenten mit der Umwelt zurückwirkt und sich beispielsweise in einer fokussierteren und spezifischeren Wahrnehmung niederschlägt.

Da sowohl Sensorik als auch grundlegende Lernprozesse bei allen Agenten identisch sind, ist das Erlernen unterschiedlicher Rahmen räumlicher Referenz — hier: *relativ* und *absolut* — durch die Variation in den sprachlichen Eingaben determiniert. Zu beachten ist hierbei, dass ein gegebener Agent immer Eingaben eines einzigen Referenzrahmens erhält. Diese

¹Die Implementierung setzt auf dem von Jan-Torsten Milde an der Universität Bielefeld entwickelten Simulationssystem LOKUTOR auf ([MA99]).

sprachlich tradierte Strukturierung schlägt sich nieder in der Analyse der visuellen Wahrnehmungen.

Im weiteren werden zunächst die empirischen Grundlagen erläutert (Abschnitt 2). Dann wenden wir uns der grundlegenden Frage zu, was eigentlich ein Konzept ist, und was insbesondere in LOKATOR unter einem Konzept verstanden wird (Abschnitt 3). Anschließend werden die Modellierung, sowie die mit dem System erzielten Ergebnisse beschrieben (Abschnitt 4). Der Beitrag endet mit einer Darstellung des Forschungsfortschrittes und des Erkenntnisgewinns, die durch LOKATOR erreicht wurden (Abschnitt 5).

2 Räumliche Referenzrahmen

Einige der schon oben angesprochenen empirischen Untersuchungen machen deutlich, dass die Art und Weise, in der einzelne Sprachen diese räumliche Domäne strukturieren, Einfluss hat auf die Art und Weise, in der nichtlinguistische kognitive Aufgaben gelöst werden.

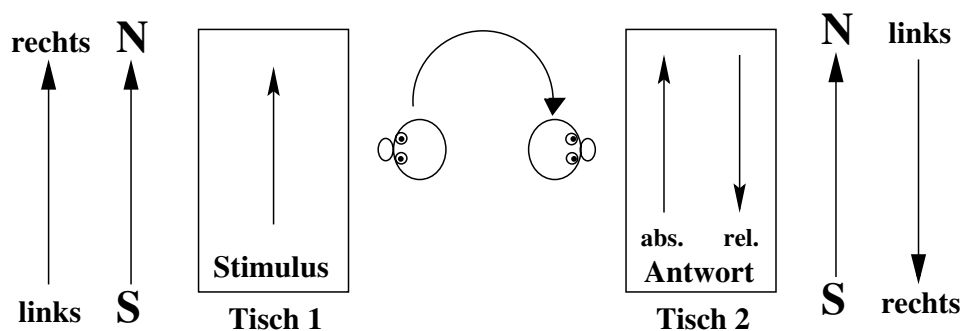


Abbildung 2: Experimentparadigma zum Nachweis des Einflusses sprachlicher Referenzsysteme auf die Lösung nicht-linguistischer Handlungen (nach [Lev96]).

[Lev96] beschreibt die in den Untersuchungen durchgeführten Experimente (siehe auch [Sen95]). Das referenzsystemabhängige Memorieren räumlicher Konfigurationen wird mit dem in Abbildung 2 dargestellten Paradigma untersucht. Einer Versuchsperson wird an Tisch 1 ein gerichteter Stimulus geboten, den sie sich einprägen soll. Dann wird die Versuchsperson um 180 Grad rotiert und an einen zweiten Tisch geführt. Hier soll sie die zuvor gesehene Konfiguration rekonstruieren. Nach der Hypothese sollten die Antworten so aussehen wie in der Abbildung dargestellt. Sprecher, deren Sprache vorwiegend auf einen relativen Referenzrahmen zurückgreift, sollten den Stimulus relativ zu sich selbst wieder aufbauen. Das für die Lösung der Aufgabe zuständige Referenzsystem hat sich zusammen mit dem Sprecher gedreht. Anders sieht die Situation für Sprecher von Sprachen aus, die bevorzugt einen absoluten Referenzrahmen verwenden. In diesem Fall ist das zugrundeliegende Referenzsystem in der Umwelt verankert und nicht von der Rotation

der Versuchsperson betroffen. Daher sollte die Antwort wie abgebildet ausfallen. Getestet wurden u.a. niederländischsprechende Versuchspersonen für den relativen Fall und tzeltalsprechende Versuchspersonen für den absoluten Fall. Die Ergebnisse decken sich mit den Vorhersagen der Hypothese ([Lev01]; [Lev96];).

Nicht klären können diese Studien, wie und wo genau sich dieser Einfluss manifestiert. In LOKATOR wird eine sprachliche Einflussnahme während des Prozesses der Konzeptbildung lokalisiert. Dabei ist dieser Prozess multimodal, da er sich auf dreidimensionale visuelle und auf sprachliche Eingaben stützt. Konzepte werden damit zum Bindeglied zwischen perzeptuellen und sprachlichen Eingaben.

3 Der Konzeptbegriff

Für den Begriff des Konzeptes existiert keine allgemein akzeptierte Definition ([ML99] liefern einen Überblick). Die Annahme einer subjektivistischen Sichtweise in LOKATOR legt die Adaption dynamischer Konzeptideen nahe. Traditionell wurde der Struktur von Konzepten das Hauptaugenmerk geschenkt. In objektivistischer Weise wurde beispielsweise versucht, hinreichende und notwendige Bedingungen zu definieren, die ein Konzept ausmachen (z.B. [AGG99]; [BGA56]; [SM99]). Grundlegende Idee dynamischer Sichtweisen ist die Verschiebung des Betrachtungsfokus von objektivistischen, strukturalistischen zu subjektivistischen, prozessorientierten Erklärungen. Dabei gehen diese Ansätze teilweise so weit, Konzepte nicht länger als Repräsentationen zuzulassen, sondern lediglich als emergente Phänomene zu betrachten, die kontext- und aufgabenabhängig aus vorhanden Wissensbausteinen aufgebaut werden (z.B. [JS93]; [MO99]; [TS94]).

Konzepte in LOKATOR folgen den Grundideen dynamischer Ansätze ohne deren Negierung einer repräsentationalen Struktur zuzustimmen. Damit leistet das System einen Beitrag zur Propagierung und Umsetzung einer solchen Sichtweise. Zur Erläuterung des Konzeptbegriffs, wie er in LOKATOR Verwendung findet, werden hier die entscheidenden Aspekte Herkunft, Form, Inhalt und Funktion aufgegriffen.

Konzepte werden in der Interaktion des Agenten mit seiner Umwelt aufgebaut. Dabei spielen „angeborene“ universelle Prozesse und die situativ gewonnenen Eingabedaten zusammen. Die Herkunft von Konzepten lässt sich so weder direkt auf angeborene noch direkt auf in der Umwelt vorhandene Strukturen zurückführen. Vielmehr kreiert ein Agent in Prozessen der Selbstorganisation und Selektion eigenständig Unterscheidungsmerkmale, die für die Konzeptbildung verwendet werden.

Bei den etablierten Konzepten handelt es sich um amodale Repräsentationen. Wesentlicher Bestandteil sind Mengen von Merkmalsdetektoren, die als Analyseergebnis der perzeptuellen Eingaben der Kategorisierungs- und Konzeptualisierungskomponente vom perzeptuellen System zur Verfügung gestellt werden. Hier wird eine von Steels vorgestellte Technik modifiziert und erweitert (siehe Abschnitt 4). Zwar abstrahieren diese Merkmalsdetektoren von den konkreten Eingabewerten und sind damit amodal, da sie aber bestimmten Eingabekanälen zugeordnet sind, bleiben sie modalitätsspezifisch. Damit steht ein einheitliches amodales Repräsentationsformat zur Verfügung, das auf Grund der Modalitätsspezifität trotzdem die Zuordnung der verwendeten Detektoren zu ihrem perzeptuellen Ur-

sprung und damit die Analysierbarkeit der etablierten Konzepte garantiert. Der Inhalt der Konzepte besteht zusätzlich zu den Merkmalsdetektoren aus einem sprachlichen Symbol, das einer der räumlichen Relationen in den sprachlichen Eingaben zugeordnet werden kann. Auf diese Weise wird die perzeptuelle Verankerung von sprachlichen Symbolen von den gebildeten Konzepten geleistet. Da dieselben sprachlichen Symbole während des Prozesses der Konzeptbildung als Selektionskriterium für das Auffinden von Korrelationen zwischen den verschiedenen erfahrenen Situationen funktionalisiert werden, leisten sie ebenfalls eine sprachliche Verankerung von Perzepten. Die in den Konzepten gespeicherten Merkmalsdetektoren können als Teilaktivierung des perzeptuellen Systems interpretiert werden, dem durch die Selektion und Zusammenfassung in einem Konzept Bedeutung zugesprochen wird. Konzepte stellen somit die Beziehung zwischen perzeptuellen und sprachlichen Eingaben her.

4 Simulationen in LOKATOR

4.1 Modellierung

Zur Modellierung des Konzeptbildungsprozesses werden Merkmalsdetektoren verwendet, wie sie von Luc Steels vorgeschlagen wurden (z.B. [Ste96]). In seinem Ansatz bauen die Agenten während sogenannter Diskriminationsspiele in Abhängigkeit der erfahrenen Eingabedaten Diskriminationsnetze für die vorhandenen Sensorkanäle auf. Jeder Knoten eines solchen Netzes entspricht einem Merkmalsdetektor, der in einer gegebenen Situation aktiviert und als Merkmal der Kategorisierungs- und Konzeptbildungskomponente zur Verfügung gestellt werden kann.

In Steels Ansatz ergibt sich der Druck zur Modifizierung aus der Annahme, dass keine identischen Objekte existieren, d.h., für jedes Objekt muss eine distinktive Merkmalsmenge vorhanden sein. Die benötigten Diskriminationsnetze werden rein auf der Grundlage der sensorischen Eingaben aufgebaut. Zwar spielen Steels Agenten in einer späteren Version (z.B. [SK99]) auch sogenannte Sprachspiele, bei denen den Konzepten Worte zugeordnet werden. Hierbei handelt es sich aber um einen eigenständigen Prozess, der einem Mapping von Worten auf Konzepte entspricht und keinerlei Auswirkungen auf die Konzeptbildung hat. In LOKATOR werden die sprachlichen Eingaben dagegen als essentieller Bestandteil des Konzeptbildungsprozesses betrachtet. Damit folgt die Modellierung einem gebrauchorientierten Ansatz (*engl.* usage based approach) des Spracherwerbs (z.B. [BC01]). Die Spracheingaben stellen eine von einem Mitglied der Sprachgemeinschaft bewusst erzeugte Äußerung dar, die eine in der jeweiligen Sprachgemeinschaft allgemein akzeptierte Art der Strukturierung der räumlichen Domäne realisiert und somit an den Lernenden tradiert. Daher ist es nur konsequent, die vorhandene Information eines solchen positiven Beispiels für den Konzeptbildungsprozess, d.h. hier für den Aufbau der Diskriminationsnetze zu nutzen (für eine genauere Darstellung siehe [Reh01]).

4.2 Untersuchungsebenen

Die Simulationen in LOKATOR folgen alle dem gleichen Schema. Ein Agent exploriert autonom seine Umwelt und erhält von Zeit zu Zeit eine sprachliche Eingabe auf Deutsch (relativer Referenzrahmen) oder auf Marquesan (absoluter Referenzrahmen), die eine räumliche Referenz realisiert. Dabei erhält ein gegebener Agent immer Eingaben der gleichen Sprache. Beim Marquesan handelt es sich um eine polynesische Sprache, die für räumliche Referenzen eine gerichtete Achse seewärts/landwärts (*ma tai o/ma uta o*) und eine ungerichtete Querachse (*ma ko o*) zur Verfügung stellt.²

Die mit LOKATOR durchgeführten Simulationen unterstreichen die Wichtigkeit eines situierten Ansatzes bei der Untersuchung von Prozessen der Konzeptgenese. Mit dem System sind Untersuchungen auf drei Ebenen möglich.

1. *Zwischen Agenten verschiedener Sprachgruppen:* Während im Deutschen die räumliche Domäne in einer Weise strukturiert wird, die mit einem relativen Referenzsystem kompatibel ist, verwendet das Marquesan hier ein absolutes System. Durch den Vergleich der Konzepte, die bei der Verwendung der verschiedenen Sprachen etabliert wurden, konnten die Effekte situierter Konzeptbildung gezeigt werden. Zudem zeigte sich, dass mit dem System LOKATOR die Prozesse der Konzeptbildung in der räumlichen Domäne erfolgreich modelliert werden.
2. *Zwischen Agenten einer Sprachgruppe:* Der Vergleich der Konzepte, die von Agenten der gleichen Sprachgruppe etabliert wurden, d.h. von Agenten, die mit qualitativ gleichen Eingaben konfrontiert wurden, zeigt, dass diese Konzepte sich inhaltlich voneinander unterscheiden können. Dieser Effekt ließ sich durchgängig in allen Simulationen finden. Es konnten Wertebereiche für die Merkmale ermittelt werden, innerhalb derer eine Variation möglich war.
3. *Zwischen Instanzen des gleichen Agenten:* In diesen Simulationen wurde jeweils die Explorationsgeschichte eines Agenten abgespeichert und weiteren Instanzen dieses Agenten oktroyiert. Dadurch wurden mehrere Agenten mit identischen visuellen und sprachlichen Eingaben konfrontiert. Auch hier ließen sich Variationen in den etablierten Konzepten feststellen, wobei diese allerdings sehr viel geringer ausfallen. Die Gleichheit erfahrener Situationen restringiert also sehr viel stärker die mögliche Variationsbreite der etablierten Konzepte.

4.3 Ergebnisse

Insgesamt wird durch die Ergebnisse aller Simulationen die Anwendbarkeit eines nicht objektivistischen, dynamischen Ansatzes unterstützt. In allen Fällen etablierten die Agenten in Abhängigkeit der konkret erfahrenen Situationen Konzepte, die zum einen eine erfolg-

²Ich bin Gabriele Cablitz vom Max Planck Institut für Psycholinguistik in Nijmegen sehr dankbar für alle notwendigen Informationen und Beispielaussagen des Marquesan (siehe auch [Cab02]).

reiche Kategorisierung der Eingabedaten erlaubten und zum anderen die in den sprachlichen Eingaben vorgegebene Art der Strukturierung der räumlichen Domäne repräsentierten.

Damit wird in LOKATOR die Annahme negiert, bei Konzepten handele es sich um universelle Strukturen. Stattdessen finden sich Universalien in Form universeller Prozesse, die sich an drei Stellen innerhalb des Systems lokalisieren lassen. Hierbei handelt es sich zunächst um die sensorischen Kapazitäten der einzelnen Agenten, zu denen auch die auf den dreidimensionalen Eingabebildern automatisch ausgeführten Transformationen und Berechnungen zählen. Weiterhin lassen sich die für die Analyse der visuellen Eingaben verwendeten Merkmalsdetektoren als universelle Prozesse identifizieren. Ebenfalls universell sind die Prozesse der Kategorisierungs- und Konzeptualisierungskomponente, die unter Verwendung der multimodalen Eingaben die Bildung geeigneter, d.h. auf die erfahrenen Situationen bezogener, Konzepte realisieren.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis neben der erfolgreichen Implementierung einer prozessorientierten Sichtweise zeigte sich in zwei der durchgeführten Simulationen. Die Annahme dynamischer Konzepte resultiert nicht zwangsläufig in der Aufgabe stabiler Konzepte. Nach der Etablierung der Konzepte wurden die Agenten mit Situationen konfrontiert, die mit den bisher gebildeten Konzepten nicht ausreichend kategorisiert werden konnten. Dadurch wurde es notwendig, neue Konzepte anzulegen und die bisherigen zu modifizieren. In diesen Simulationen wird deutlich, dass es sich bei den Konzepten tatsächlich um dynamische Entitäten handelt. Zusätzlich wird noch einmal unterstrichen, dass das Phänomen Situietheit eine entscheidende Rolle während der Konzeptbildung spielt. Nach der Etablierung der Konzepte zeigte sich in der ersten Phase der Simulationen eine stabile Kategorisierungsleistung. Durch die Veränderung erfahrbarer Situationen kam es hier zu Beginn der zweiten Phase zu einem Einbruch. Nach kurzer Zeit hatten sich auf Grund der veränderten Lage neue Konzepte gebildet und die alten wurden modifiziert, so dass wiederum eine stabile Performanz feststellbar war.

5 Welche Fortschritte bringt LOKATOR?

Wie sind die mit LOKATOR erzielten Ergebnisse in Bezug auf andere Modellierungsversuche der Konzeptbildung zu bewerten? Bisherige Ansätze konzentrieren sich meist entweder auf die semantische bzw. konzeptuelle Seite des Problems, d.h. sie versuchen, konzeptuelle Strukturen zu definieren, die gefundene Arten der Strukturierung beschreiben ([MJL76]; [Sis95]), beschränken sich auf topologische Relationen zur Modellierung ([Reg96]), verzichten bei der Konzeptbildung auf die Information der sprachlichen Modalität ([Ste99]; [Ste96]) oder sie versuchen die räumliche Domäne mathematisch objektiv zu beschreiben ([Gap95]). Unter der Annahme eines subjektivistischen Standpunktes und unter Verwendung der neuen Möglichkeiten der Agentenmodellierung ist es aber unerlässlich, dass ein Agent auf der Grundlage aller seiner Wahrnehmungen (d.h. hier: visuell und sprachlich) und seiner angeborenen Lernprozesse selbständig die in seiner Umwelt allgemein akzeptierte Strukturierung der räumlichen Domäne aufbaut.

Durch die konsequente Anwendung der von Franklin und Graesser (1996) vorgeschlagenen Agentendefinition lassen sich in LOKATOR wichtige Fortschritte gegenüber den bisherigen Modellen aufzeigen. Die Agenten in LOKATOR bewegen sich explorierend durch ihre komplexe, dreidimensionale Umwelt. Dabei nehmen sie diese Umwelt mit der ihnen zur Verfügung stehenden Sensorik wahr, die ein dreidimensionales Eingabebild liefert. Da die Agenten selbst Teil der Umwelt sind, stehen sie apriori als deiktisches Zentrum zur Verfügung mit einem klar definierten oben und vorn. Im Zuge des Erwerbs absoluter Systeme ist eine Abstraktion von diesem Selbstbezug notwendig, bei der aber weiterhin die durch den Agenten definierte Vertikale beachtet wird.

Während sich bisherige Untersuchungen entweder auf westeuropäische ([MJL76]) oder zumindest auf Sprachen mit einem relativen Referenzrahmen ([Reg96]) konzentrieren, geht die Modellierung in LOKATOR hier einen Schritt weiter, indem auf der Grundlage der gleichen, universellen Prozesse referenzsystemübergreifend Konzeptbildung modelliert wird. Die Ergebnisse der Simulationen machen den Vorteil deutlich, den die Verwendung von Merkmalsdetektoren zur Analyse der perzeptuellen Eingaben bietet. Eine detaillierte Analyse der tatsächlich emergierten und verwendeten Merkmale bzw. Merkmalsbereiche ist einfach durchführbar. Damit sind spezifische Aussagen über die Zusammensetzung der Konzepte und die tatsächlichen Variationsbereiche möglich. Die Verwendung von Merkmalsdetektoren basiert zwar auf den Ideen von Steels, stellt aber insgesamt eine Erweiterung des von ihm vorgeschlagenen Formalismus dar. Der Einbezug der sprachlichen Eingaben in den Prozess der Konzeptbildung macht die darin tradierte Information über die Strukturierung der Domäne für den Lernprozess nutzbar.

Die mit LOKATOR geleistete perzeptuelle Verankerung sprachlicher Symbole über die etablierten Konzepte stellt eine intensionale Semantik der beteiligten räumlichen Ausdrücke dar. Die Analyse der Konzepte erlaubt die Angabe der Merkmale bzw. Merkmalsbereiche, innerhalb derer verwendete Konzepte variieren können. Diese Art der perzeptuellen Verankerung ist kompatibel mit den Annahmen Jackendoffs ([Jac90]), der für die von ihm entwickelte konzeptuelle Semantik gerade von *I-Konzepten* bzw. konzeptuellen Primitiven ausgeht. Werden die in LOKATOR gebildeten Konzepte als räumliche konzeptuelle Primitivie verstanden, leistet das System diesen Schritt selbstständig. Eine naheliegende Erweiterung besteht daher in der Ausformulierung eines semantischen Repräsentationssystems der räumlichen Domäne, das auf eben diesen Primitiven basiert und sich an Jackendoffs konzeptueller Semantik orientiert.

Die Einschränkung der sensorischen Fähigkeiten auf das visuelle System und das Fehlen einer Gedächtniskomponente, geht einher mit einer Beschränkung der Verankerung absoluter Systeme in der visuellen Modalität. Dadurch handelt es sich eigentlich nicht um ein rein absolutes System, wie es durch kardinale Richtungen (z.B. Kompassrichtungen) ausgedrückt würde, sondern eher um ein absolut intrinsisches System. Nach Levinson (pers. Komm., MPI Nijmegen, 28.2.2001) gibt es Indizien dafür, dass Kinder bei der Akquisition absoluter Referenzrahmen in einem ersten Schritt mit einer solchen objektbezogenen Verankerung starten. Ähnliches berichtet Brown (pers. Komm., MPI Nijmegen, 9.12.1999), die anführt, das bei ihren tzeltalsprechenden Informanten die Anordnung der Schlaf- und Kochhütten insofern fest vorgegeben ist, als die Schlafhütte bergaufwärts liegt (*uphill*). Gebräuchlich sind daher Ausdrücke wie *Ich gehe bergauf*, wenn jemand von der einen

in die andere Hütte wechselt. Brown hält es daher nicht für ausgeschlossen, dass Kinder zunächst die Relationen entsprechend objektbezogen verwenden. An dieser Stelle wird deutlich, dass bisher kaum belastbare Ergebnisse zum Erwerb absoluter Systeme zur Verfügung stehen. Dadurch kann in Bezug auf die dabei ablaufenden Mechanismen leider lediglich von Indizien und Vermutungen ausgegangen werden. Vor diesem Hintergrund stellt LOKATOR ein erstes Modell des frühen Erwerbstadiums absoluter (und relativer) Systeme zur Verfügung, das sich in Zukunft an empirischen Daten zum Erwerbsprozess messen lassen muss.

Literaturverzeichnis

- [AGG99] Sharon Lee Armstrong, Lila R. Gleitman, and Henry Gleitman. What Some Concepts Might Not Be. In Margolis and Laurence [ML99], pages 225–259.
- [BC01] Melissa Bowerman and Soonja Choi. Shaping meanings for language: universal and language-specific in the acquisition of spatial semantic categories. In Melissa Bowerman and Stephen C. Levinson, editors, *Language acquisition and conceptual development*, pages 475–511. Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
- [BGA56] Jerome Bruner, Jacqueline Goodnow, and George Austin. The Process of Concept Attainment. In Eric Margolis and Stephen Laurence, editors, *Concepts: core readings*, pages 101–123. MIT Press, Cambridge, Mass., 1999 [1956]. originally appeared in: Bruner, J., Goodnow, J., und Austin, G. (1956) *A Study of Thinking*, Transaction Publishers.
- [BL01] Melissa Bowerman and Stephen C. Levinson, editors. *Language acquisition and conceptual development*. Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
- [Cab02] Gabriele Cablitz. *Marquesan*. PhD thesis, University of Kiel, 2002.
- [CB91] Soonja Choi and Melissa Bowerman. Learning to express motion events in English and Korean: The influence of language-specific lexicalization patterns. *Cognition*, (41):83–121, 1991.
- [FG96] Stan Franklin and Art Graesser. Is It an Agent, or Just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents. In J. P. Müller, M. J. Woolridge, and N. R. Jennings, editors, *Intelligent Agents III. Agent Theories, Architectures, and Languages.*, pages 21–35. Springer, 1996.
- [Gap95] Klaus-Peter Gapp. An Empirically Validated Model for Computing Spatial Relations. Technical Report 118, Sonderforschungsbereich 314, Projekt VITRA, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, 1995.
- [Jac90] Ray Jackendoff. *Semantic Structures*. MIT Press, 1990.
- [JS93] S. S. Jones and L. B. Smith. The Place of Perception in Children’s Concepts. *Cognitive Development*, (8):113–139, 1993.
- [Lev96] Stephen C. Levinson. Frames of Reference and Molyneux’s Question: Crosslinguistic Evidence. In P. Bloom, M. A. Peterson, and L. Nadel, editors, *Language and Space*, chapter 4, pages S. 109–169. MIT Press, Cambridge, Mass., 1996.
- [Lev01] Stephen C. Levinson. Covariation between spatial language and cognition, and its implications for language learning. In Melissa Bowerman and Stephen C. Levinson, editors, *Language acquisition and conceptual development*, pages 566–588. Cambridge University Press, Cambridge, 2001.

- [MA99] Jan-Torsten Milde and Tobias Ahlers. The Communicative Agent Lokutor. In Ipke Wachsmuth and Bernhard Jung, editors, *KogWis99*, pages 300–301, Bonn, 1999. Gesellschaft für Kognitionswissenschaft, infix.
- [MJL76] George A. Miller and Philip N. Johnson-Laird. *Language and Perception*. Cambridge University Press, Cambridge, 1976.
- [ML99] Eric Margolis and Stephen Laurence, editors. *Concepts: core readings*. MIT Press, Cambridge, Mass., 1999.
- [MO99] Kelly L. Madole and Lisa M. Oakes. Making Sense of Infant Categorization: Stable Processes and Changing Representations. *Developmental Review*, 19:263–296, 1999.
- [Reg96] Terry Regier. *The Human Semantic Potential - Spatial Language and Constrained Connectionism*. MIT Press, Cambridge, Mass., 1996.
- [Reh01] Matthias Rehm. Language guiding concept formation in artificial agents. In A. Holmer, J. O. Svantesson, and A. Viberg, editors, *Proceedings of the 18th Scandinavian Conference of Linguistics. Travaux de l'Institut de Linguistique de Lund*, pages 241–253. 2001.
- [Sen95] Gunter Senft. Sprache, Kognition und Konzepte des Raumes in verschiedenen Kulturen. *Kognitionswissenschaft*, (4):166–170, 1995.
- [Sen97] Gunter Senft. Introduction. In Gunter Senft, editor, *Referring to Space - Studies in Austronesian and Papuan Languages*, pages 1–38. Clarendon Press, Oxford, 1997.
- [Sis95] Jeffrey Mark Siskind. Grounding Language in Perception. *Artificial Intelligence Review*, (8):371–391, 1995.
- [SK99] Luc Steels and Frederic Kaplan. Bootstrapping Grounded Word Semantics. In Ted Briscoe, editor, *Linguistic evolution through language acquisition: formal and computational models*. Cambridge University Press, 1999.
- [SM99] Edward Smith and Douglas Medin. The Exemplar View. In Margolis and Laurence [ML99], pages 207–221.
- [Ste96] Luc Steels. Perceptually grounded meaning creation. In M. Tokoro, editor, *Proceedings of the International Conference on Multi-Agent Systems*, pages 338–344. AAAI Press, 1996.
- [Ste99] Luc Steels. *The Talking Heads Experiment*. Special pre-edition for LABORATORIUM, Antwerpen, 1999.
- [TS94] E. Thelen and L. B. Smith. *A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action*. MIT Press, 1994.

Matthias Rehm studierte an der Universität Bielefeld Naturwissenschaftliche Informatik mit dem Schwerpunkt Sprachverarbeitung. Die Diplomarbeit entstand an der Fakultät für Linguistik und Literaturwissenschaft und an der Technischen Fakultät im Rahmen des Projektes Kommunizierende Agenten des Sonderforschungsbereiches Situierete künstliche Kommunikatoren. Nach seinem Diplom im Jahre 1998 wurde er Stipendiat im Graduiertenkolleg Aufgabenorientierte Kommunikation, wo er von 1999 – 2001 auch Sprecher der StipendiatInnen war. Die Dissertation wurde innerhalb von drei Jahren erfolgreich abgeschlossen. Nach einer kurzen Zeit als Postdoktorand des Graduiertenkollegs ist er mittlerweile als wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Multimedia-Konzepte und ihre Anwendungen von Prof.in Elizabeth André an der Universität Augsburg tätig.