

COSIMAC – Ein Referenzmodell zur Gefechtssimulation

Marko Hofmann¹

Institut für Technik Intelligenter Systeme e.V. (ITIS) und
Institut für Angewandte Systemforschung und Operations Research (IASFOR) an der
Universität der Bundeswehr, München

Heisenbergweg 39
85577 Neubiberg
089 / 60043242

marko@informatik.unibw-muenchen.de

Abstract: *Referenzmodelle werden als Hilfsmittel bei der Modellbildung für Simulationssysteme immer wichtiger. Sie verheißen eine schnellere und kostengünstigere Modellherstellung. Mit dem Gefechtssimulationssystem (GSS) COSIMAC (Combat Simulation System with Automated Control) wurde der Versuch gemacht, Vorgaben für militärische Simulationssysteme zu entwickeln. Im Mittelpunkt dieser Vorgaben steht ein Schichtenkonzept für die Modellierung konkreter Objekte (Waffensysteme), des Geländes und der militärischen Führungsstrukturen. Die Vorgaben beruhen im Wesentlichen auf der Trennung der Modellierung technischer Aspekte eines Gefechtes und seiner Führung (Steuerung). Im COSIMAC-Projekt wird die Entwicklung von Modellen angestrebt, die zur Untersuchung der brisanten Frage dienen, inwieweit menschliche militärische Führer zukünftig durch Automaten ersetzt werden können. In diesem Beitrag wird der statische Anteil des COSIMAC-Referenzmodells vorgestellt.*

1 Einleitung

Seit einigen Jahren werden Referenzmodelle zunehmend als Unterstützungsmittel bei der Modellbildung für Simulationen genannt. Sie werden meist formal beschrieben. Insbesondere in Produktion und Logistik wächst ihre Rolle [We00]. Bisher gibt es keine allgemein akzeptierte Definition des Begriffes „Referenzmodell“. Scheer [Sc97, S. 3], schlägt vor: „Unter einem Referenzmodell wird ein Modell verstanden, das als Ausgangspunkt für die Entwicklung auf konkrete Aufgabenstellungen bezogener Problemlösungen dienen kann“. Er zielt damit auf den Charakter des Referenzmodells als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines konkreten Modells (oder eines Realsystems) ab und stellt damit den Zweck bzw. praktischen Nutzen von Referenzmodellen in den Vordergrund. Diese pragmatische Sichtweise liegt auch diesem Beitrag zugrunde, wohl wissend, daß es auch andere Vorschläge² gibt.

¹ Ich danke Herrn Roland Kaschek, (UBS, Zürich) für seine unermüdliche Hilfe bei der Erstellung dieser Endfassung.

² Schütte: „Sie [die Referenzmodelle] stellen allgemeingültige Repräsentationen von Wissen dar. Sie verfolgen den Zweck, nach der Adaption des Referenzmodells in einem individuellen Kontext eingesetzt werden zu können“ [Sc98, S. 64]. Eine ähnliche Definition trifft Scholz-Reiter und charakterisiert ein Referenzmodell durch die drei Aspekte (vgl. [Sc90, S.31]): generelle Gültigkeit, Freiheit von individuellen Besonderheiten und Essentialität, d.h. es besteht aus den wesentlichen Eigenschaften. Eine allgemeine Definition des Begriffes Referenzmodell trifft Schmalzl: „Anhand charakteristischer Eigenschaften wird ein Sachverhalt mit seinen

Im Bereich der militärischen Simulationssysteme gab es in der Bundeswehr bisher noch keine verbindlichen Referenzmodelle. Auch bei den US-Streitkräften, die in dieser Domäne an der Spitze der Entwicklung marschieren, hat sich noch kein allgemein akzeptierter Standard für die semantischen Beschreibung dieser Modelle durchgesetzt. (Die alle Aspekte militärischer Simulation durchdringende Forderung nach der HLA³-Fähigkeit⁴ [DMSO] der einzusetzenden Systeme gibt derzeit nur einen syntaktisch-technischen Rahmen für die Modellierung vor. An Inhalten orientierte Ansätze wie das ehrgeizige CMMS⁵-Projekt wurden aus dem „Common Technical Framework“-Programm des „Modeling & Simulation Master Plan⁶“ der US-Streitkräfte herausgenommen. Sie werden an anderer Stelle weiterverfolgt [Ar99] und haben bisher nur zu wenigen konkreten Ergebnissen hinsichtlich militärischer Referenzmodelle geführt.)

Am Institut für Angewandte Systemforschung und Operations Research (IASFOR) der Fakultät für Informatik an der Universität der Bundeswehr München werden seit 1984 Gefechtssimulationssysteme (GSS) entwickelt. Mit der Absicht militärische Führungsprozesse in hochauflösenden⁷ Gefechtssimulationssystemen zu untersuchen und entsprechende Führungsautomaten zu entwickeln wurde 1996 das COSIMAC-Projekt ins Leben gerufen. Die Vorgaben waren dabei:

1. eine möglichst flexible Integration verschiedener Führungsautomaten und Hilfsmodule in eine möglichst allgemein einsetzbare Systemumgebung zu ermöglichen und dabei
2. verschiedene Auflösungsgrade in der Modellierung der Gefechtsprozesse berücksichtigen zu können, insbesondere bezüglich
 - der zeitliche Auflösung bei der Modellierung,
 - der Abbildungsgenauigkeit der Elementarprozesse und
 - der Abbildungsgenauigkeit bei der Modellierung taktischer Entscheidungen.

Es war bei dieser Zielsetzung von vornherein klar, dass die Implementierung eines Simulations-Frameworks erforderlich sein würde, um den Ansprüchen gerecht zu werden. Zur Reduktion des Gesamtaufwandes wurde daher – meines Wissens erstmals – der Versuch gemacht ein Referenzmodell für die Integration von beliebig genau auflösenden Führungsautomaten in GSS zu entwickeln. Es wurde zunächst ein allgemeines Konzept für die Erstellung von hochauflösenden Gefechtssimulationssystemen erarbeitet, das später zum Referenzmodell für die bisher vier implementierten COSIMAC-Systeme ausgebaut wurde.

gültigen Ausprägungsformen in einem Referenzmodell allgemein beschrieben. Ihren besonderen Wert erhalten Referenzmodelle, wenn daraus bei Kenntnis der Einflußparameter und Rahmenbedingungen nicht nur konkrete Ausprägungen abgeleitet werden, sondern das Referenzmodell auch als Vergleichsgröße der unterschiedlichen Endprodukte dienen kann“ [Sc95, S. 206].

³ High Level Architecture; IEEE-Standard zur Kopplung von Simulationssystemen, bisher vorwiegend für militärische Systeme eingesetzt.

⁴ Fähigkeit eines Simulationssystem zur Integration in einen Simulationsverbund auf HLA-Basis

⁵ Conceptual Models of the Mission Space; Modelle zur Beschreibung militärischer Objekte (Personen, Waffensysteme, Fahrzeuge, Einsatzgebiete etc.) und möglicher Konfliktszenarien

⁶ für die US-Streitkräfte verbindlicher Gesamtplan für alle Aspekte der Modellierung und Simulation

⁷ Modelle, die einzelne Waffensysteme, Personen und Fahrzeuge berücksichtigen und explizit abbilden, werden üblicherweise hochauflösend genannt. In aggregierten (niedrig auflösenden) Modellen begnügt man sich mit der zusammenfassenden Abbildung von Gruppen, Zügen, Kompanien, Bataillonen oder noch höherer Kommandoebenen.

In Abschnitt zwei wird zunächst auf die moralisch-ethische Dimension der Entwicklung von GSS eingegangen. In Abschnitt drei werden die Grundideen des vorgeschlagenen Referenzmodells vorgestellt. Abschnitt vier erläutert, warum elementare, physikalisch-technisch dominierte Prozesse wie Bewegung und Aufklärung von Führungsprozessen getrennt werden. In Abschnitt fünf wird das Mehrschicht-Taktiksprachen-Konzept behandelt. Abschnitt sechs stellt dar, wie dieses Konzept auf die Modellierung des Geländes, der einzelnen Waffensysteme und der Absicht der übergeordneten Führung ausgedehnt werden kann. In den abschließenden Bemerkungen wird erläutert, warum nur das statische Modell vorgestellt wurde.

2 Moralisch-ethische Bemerkungen

Aufgrund der Brisanz des Themas sollen vorab einige Anmerkungen zur moralisch-ethischen Dimension der Verwendung von Gefechtssimulationssystemen (GSS) im Allgemeinen und Führungsautomaten im Besonderen gemacht werden. Im Rahmen des Operations Research wurden einfache militärische Simulationen erstmals im Zweiten Weltkrieg in Großbritannien eingesetzt und seitdem weltweit weiterentwickelt (s. zur Geschichte.: [Ha71], [Wa73], [Fa80] und zu einigen aktuellen Entwicklungen [Do99], [Ka99], [Ho00b]). Sie wurden in den letzten 50 Jahren hauptsächlich zur nachträglichen Analyse von Gefechten (siehe z.B. [Bi96]) und zur Ausbildung eingesetzt.

Seit einigen Jahren wird die Verwendung von Simulationsmodellen auch zur unmittelbaren Unterstützung laufender Einsätze diskutiert und erprobt. Dahinter steht die - hauptsächlich auf der Qualität einiger analytischen Ergebnisse beruhende - Überzeugung, dass trotz mancher Unwägbarkeiten, GSS dabei helfen können, *mögliche* Gefechtsverläufe vorherzusehen und dadurch Verluste im Voraus zu bestimmen⁸. Ob dadurch allerdings mehr Gefechte vermieden als aufgrund abschätzbar gewordener Risiken zusätzlich geführt werden, bleibt abzuwarten. Je öfter aber die Prognosen der GSS richtig liegen, um so mehr werden sie auch an politischem Gewicht gewinnen. Problematisch erscheint dabei die zumindest denkbare Abhängigkeit der Entscheidungsträger von technischen Details, die sie kaum verstehen werden.

Es erscheint aufgrund der potentiellen Möglichkeiten und Gefahren des Einsatzes von GSS geboten, dass deren Entwicklung nicht hinter (vollständig) verschlossenen Türen vollzogen wird [BS79]. Das gilt insbesondere für die Entwicklung von Führungsautomaten, auch wenn diese derzeit nicht darauf abzielen, den Menschen als Entscheidungsträger abzulösen, sondern ihn lediglich in der Entschlußfassung zu unterstützen.

Der Nutzen von Führungsautomaten liegt heute darin, Simulationen erheblich zu beschleunigen. Dadurch können (in der Regel) potentielle Lücken/Gefahren in der eigenen Planung mit größerer Wahrscheinlichkeit entdeckt werden. Im Gegensatz zur Modellierung der technisch dominierten Gefechtsprozesse Bewegung und Feuerkampf ist die Modellierung von Führungsprozessen aber nicht allgemein akzeptiert und vergleichende Untersuchungen zu verschiedenen Modellierungsansätzen fehlen bisher (so weit mir bekannt).

Bis zum Jahr 2006 will das deutsche Heer ein neues GSS entwickeln lassen, das sowohl für Analysen und Übungen als auch zur Einsatzunterstützung geeignet ist. Dazu muß vor

⁸ Diese Einschätzung ist umstritten. Die tatsächlichen Verlusten der Alliierten Streitkräfte im Golf-Krieg waren beispielsweise um eine Größenordnung *niedriger (!)* als fast alle Prognosen [Bi96].

allem ein gemeinsamer Entwicklungsrahmen geschaffen werden, an dem mehrere Firmen (und möglichst auch unabhängige Forschungseinrichtungen!) gemeinsam arbeiten können. Für diese Zusammenarbeit gibt es bereits einen syntaktisch-technischen Ansatz [MKPU00]. Dieser alleine reicht aber nicht aus, um die Interoperabilität der Teilmodelle und die Transparenz des Gesamtmodells zu gewährleisten. Dazu bedarf es auch eines militärfachlichen Rahmens. Dieser Beitrag versteht sich als erster Vorschlag für einen solchen an Inhalten orientierten Rahmen und möchte vor allem Anregung sein für eine (dringend notwendige) breitere Diskussion dieses brisanten Themas.

3 Ein Referenzmodell für militärische Gefechtssimulationen

Das Referenzmodell von COSIMAC beruht auf folgenden Konzepten:

- dem **Kernsimulator-Führungsmodul-Konzept**, d.h. der weitgehenden Trennung der physikalisch-technischen Elementarprozesse Bewegung, Aufklärung und Feuerkampf von den Führungsprozessen,
- dem **Mehrschicht-Taktiksprachen-Konzept**, d.h. der Verwendung einer spezifischen Taktiksprache für jede Kommandoebene und in begrenztem Umfang für jede Truppengattung. Diese Taktiksprachen beschreiben den Befehlssatz der zur Steuerung des Gefechtsablaufes auf einer bestimmten Führungsebene zur Verfügung steht,
- dem **Optionenkonzept**, d.h. der Zuordnung vorgegebener Handlungsmöglichkeiten zu den einzelnen Gefechtsphasen (z.B. Annäherung, Einbruch, Kampf in der Tiefe) in der ersten Version des Gefechtssimulationssystems, später Übergang zur automatischen Generierung von Handlungsmöglichkeiten in Führungsautomaten.

Die mit Hilfe dieser Konzepte entwickelten Gefechtssimulationssysteme unterscheiden sich in ihrer Architektur deutlich von früheren monolithischen Systemen (siehe Abbildung 1; mit exemplarischer Wahl der Führungsebenen in Unterbild 3 und 4).

Abbildung 1 verdeutlicht die zunehmende Betonung von Komponenten vom streng monolithischen Ansatz (Unterbild 1) über ein Modell mit Trennung von Führungs- und Elementarprozessen (Unterbild 2) und ein Modell mit mehreren Führungsautomaten aber einheitlicher Taktiksprache (Unterbild 3) bis zum Simulationssystem nach dem Mehrschicht-Taktiksprachenkonzept (Unterbild 4).

Die soeben genannten Konzepte werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

4 Das Kernsimulator-Führungsmodul-Konzept

Auf der untersten im Simulationssystem dargestellten Kommandoebene werden die Führungsanweisungen in Steuerbefehle für die **Elementarprozesse** umgesetzt. Als Elementarprozesse für die Gefechtssimulation wurden im COSIMAC-Referenzmodell festgelegt:

- Bewegung,
- Aufklärung,
- Feuerkampf
- Kommunikation,
- Transport (Personal, Betriebsstoffe, Munition, etc.) und

- Umweltveränderung (z.B. Anlegen oder Zerstören von Brücken).

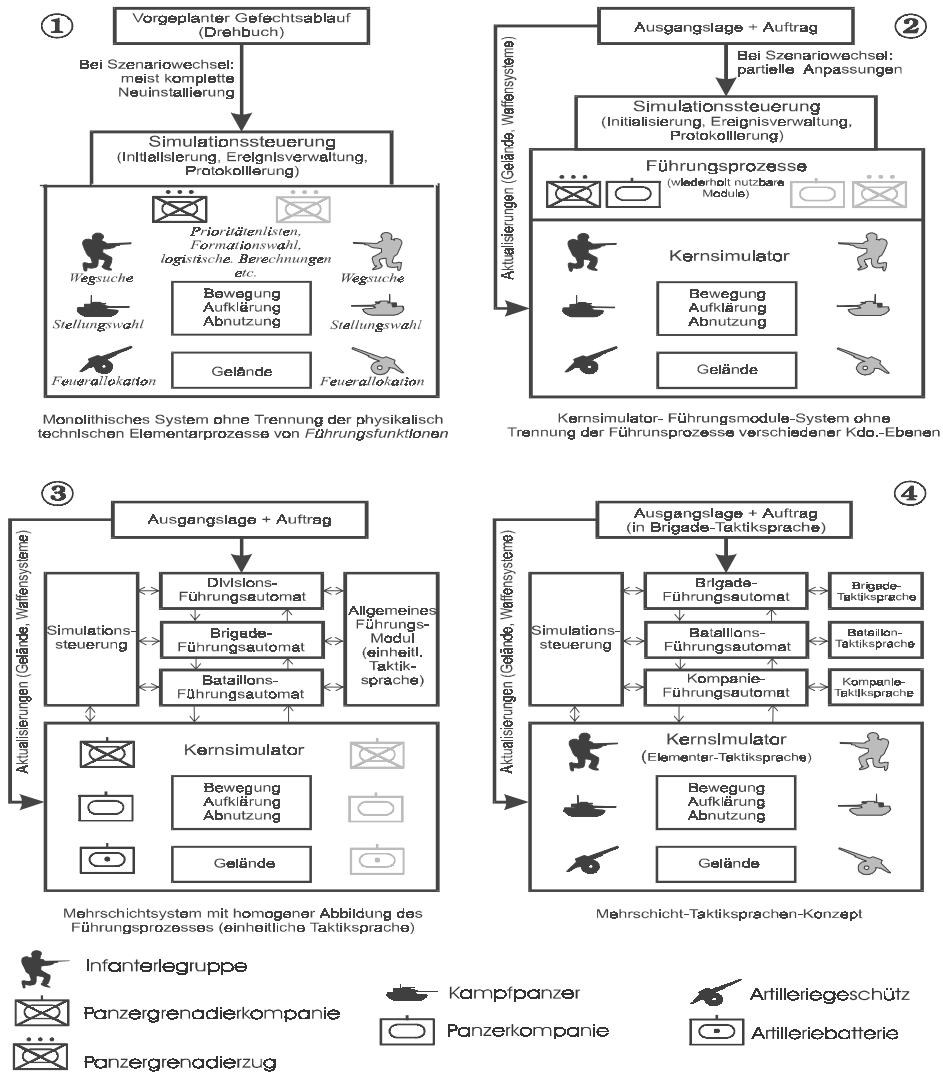


Abbildung 1: Verschiedene Architekturen für Gefechtssimulationssysteme im Vergleich

Erfahrungen mit verschiedenen älteren Gefechtssimulationssystemen haben dazu geführt, die Modellierung der elementaren Prozesse möglichst weitgehend von derjenigen der militärischen Führungsprozesse zu trennen, *um so eine zu enge Kopplung von Führungswissen mit physikalisch-technisch dominierten Prozessen möglichst zu vermeiden* (Details siehe [Ho00a, S. 67 ff]). Mein Vorschlag für die Modellierung dieser Trennung besteht darin einen relativ abgeschlossenen Kernsimulator zu trennen von Führungsmod-

dulen, die diesen Simulator nutzen und entweder interaktive Eingriffe des Benutzers erlauben oder selbsttätig sind. Im Kernsimulator wird neben den Elementarprozessen das Gelände abgebildet. Außerdem sind die fundamentalen Simulationswerkzeuge für die Ereignisabarbeitung (z.B. Ereignisliste, Simulationsuhr) und den Datenfluß (aus der und in die Datenbank) im Kernsimulator lokalisiert. An den Kernsimulator werden die Führungsmodulare über eine Schnittstelle gebunden. Dabei werden gegebenenfalls Unterstützungsmodulare (wie z.B. einem Geländebeurteilungsmodul) aufgerufen. Analog können interaktive Bediener mit Hilfe einer Benutzeroberfläche auf den Kernsimulator einwirken.

5 Das Mehrschicht-Taktiksprachen-Konzept

Taktiksprachen⁹ (TS) dienen als fachspezifisches Vokabular für die Kommunikation zwischen Mensch und Führungsautomat oder zwischen Führungsautomaten. Sie stellen dem Programmbediener/Führungsautomaten einen vereinfachten Wortschatz zur Verfügung, der auf militärischen Befehlen beruht. Die militärische Fachsprache (einzelne konkrete Befehle und allgemeine Aufträge) gilt bisher in ihrem vollem Umfang als zu komplex und mehrdeutig, um direkt vom Rechner verarbeitet werden zu können. Taktiksprachen sollen sich aber möglichst nah an die militärische Fachsprache halten, um dem Benutzer die vertraute Grundlage für die Umsetzung eines Entschlusses in Befehle und Maßnahmen zu erhalten (siehe Tabelle 1).

Befehl	Mögliche Befehlsempfänger	Bedeutung
<i>Waffe sperren</i>	Kampfeinheiten	Eine spezielles Waffensystem des Gefechtsobjektes wird mit Feuerverbot belegt.
<i>Waffe freigeben</i>	Kampfeinheiten	Eine spezielles Waffensystem des Gefechtsobjektes wird wieder freigegeben.
<i>Feuerverbot</i>	Kampfeinheiten	Das Gefechtsobjekt erhält Feuerverbot
<i>Feuererlaubnis</i>	Kampfeinheiten	Das Feuerverbot für das Gefechtsobjekt wird aufgehoben.
<i>Feuerkampf führen</i>	Kampfeinheiten	Das Gefechtsobjekt ermittelt aus seinen aktuellen Aufklärungsergebnissen ein Ziel und bekämpft dieses.
<i>Betriebsstoff aufnehmen</i>	alle Einheiten	Das Gefechtsobjekt nimmt eine spezifizierte Menge an Betriebsstoff auf.
<i>Munition aufnehmen</i>	alle Einheiten	Das Gefechtsobjekt nimmt eine spezifizierte Menge einer spezifizierten Munition auf.

Tabelle 1: Beispiele für Befehle aus der Taktiksprachen Gruppe

Die Besonderheit des Mehrschicht-Taktiksprachenkonzeptes (MTK) ist, dass es für jede Kommandoebene und jede Truppengattung eigene Taktiksprachen gibt, die viele Gemeinsamkeiten haben können, aber nicht identisch sein müssen. In geschlossenen GSS definieren die TS gemäß des MTK genau die Menge an Führungsanweisungen (Befehle, Aufträge), die ein Automat verstehen kann, bzw. die ihm zur Steuerung des Gefechtes

⁹ Die Steuerung (Führung) militärischer Aktionen wird in Strategie und Taktik eingeteilt. Taktik bezieht sich dabei vereinfacht auf die Führung einzelner Gefechte, Strategie auf die Verbindung aller Gefechte eines bewaffneten Konfliktes.

zur Verfügung stehen. Mit den gleichen Befehlen muss auch ein Mensch in der interaktiven Version zurechtkommen.

Durch schrittweise Überführung von Befehlen in Taktiksprachen der jeweils unterstellten Kommandoebenen wird der Operationsplan eines Großverbandes - beispielsweise einer Brigade - schrittweise in immer detailliertere Einzelbefehle „heruntergebrochen“, die jeweils den Möglichkeiten und Kompetenzen der einzelnen Führungsebenen und Truppengattungen entsprechen. (Rückwirkungen von unten nach oben erfolgen über Meldungen). Normalerweise wird sich diese Umsetzung streng an der Kommandohierarchie orientieren, d.h. es wird keine Führungsebene übersprungen. Ein Bataillonsbefehl wird zunächst in die Kompanietaktiksprache übersetzt, auf dieser Ebene durch Mensch oder Computer verarbeitet und dann in Einzelbefehle in der Zugtaktiksprache umgesetzt. Je nach Auflösungsgenauigkeit des Gefechtssimulationssystems handelt es sich dabei um die elementaren Anweisungen des Kernsimulators oder um Befehle die noch weiter bis auf die unterste dargestellte Kommandoebene aufgelöst werden müssen.

Für die *Modellierungsmöglichkeiten* des so konstruierten GSS ist der Umfang seiner Taktiksprachen entscheidend. Dieser Umfang kann jedoch schrittweise vergrößert werden, da die einzelnen Elementarbefehle zu Gruppen zusammengefaßt werden können, die voneinander unabhängig sind. Außerdem sind nicht alle Truppengattungen¹⁰ und Waffensysteme immer an allen Gefechten beteiligt. Im Hinblick auf die Integration menschlicher Entscheidungsträger in interaktive Versionen des GSS geschieht dies vorzugsweise in Richtung einer Annäherung an den üblichen militärischen Sprachgebrauch. Erweiterungen einer Taktiksprache betreffen sowohl die Führungsautomaten der geschlossenen als auch den Menschen im Falle der interaktiven Programmversion. Um Erweiterungen nicht zu hemmen, müssen sämtliche Führungsautomaten von vornherein modular gestaltet werden. Ergänzungen können dann mit möglichst wenigen, eng lokalisierten Änderungen realisiert werden.

Ist die Taktiksprache einer Kommandoebene definiert, so kann der Führungsautomat zunächst als „black box“ betrachtet werden. D.h. Art und Weise der Befehlsverarbeitung sind noch nicht festgelegt. Entscheidend ist, daß die Befehlssequenzen von den Führungsautomaten umgesetzt werden können. Das gilt hinsichtlich der unterschiedlichen Führungsebenen, wie auch der unterschiedlichen Truppengattungen. Der Aufbau der verschiedenen Führungsautomaten kann erheblich voneinander abweichen. Beim Entwurf von Führungsautomaten ist es deshalb möglich, verschiedenste Ansätze zur Modellierung von Führungsverhalten in einem Gefechtssimulationssystem zu implementieren, zu vergleichen und zu bewerten, sofern bestimmte Bewertungsmaßstäbe als gegeben angenommen werden. Die Definition der Taktiksprachen stellt dabei durch die klare Festlegung der jeweiligen Schnittstellen sicher, daß alle entwickelten Module innerhalb des Leistungsumfanges des Simulationssystems bleiben.

Durch die Unterscheidung der Taktiksprachen nach den verschiedenen Truppengattung und Kommandoebenen wird eine *von der verwendeten Technik unabhängige* und *semantische* Schnittstelle für den Entwurf von Führungsautomaten bestimmt. Dieser Entwurf ist nach den Erfahrungen vieler Entwickler die zeitaufwendigste Arbeit in der Gefechtssimulation ist¹¹. Das macht die Bedeutung einer immer wieder einsetzbaren

¹⁰ Beispiele für Truppengattungen des Heeres: Panzertruppe und Panzergrenadiere, Pioniere, Artillerie.

¹¹ Bei den an unserem Institut (IASFOR) entwickelten GSS KOSMOS (Korps Simulationsmodell mit regelbasierter Steuerung) und COSIMAC wurde beispielsweise nur jeweils etwa 2 bis 3 Mannjahre an der Modellie-

Rahmenarchitektur für die Entwicklung von Gefechtssimulationen deutlich. Der Aufwand für die Entwicklung mehrerer Taktiksprachen wird bei Nutzung objektorientierter Technologie und der damit verbundenen Vererbung als relativ gering eingeschätzt.

6 Das erweiterte Referenzmodell

Die am Schichtenprinzip des Taktiksprachen-Konzeptes orientierte Modellierungsweise wurde in der COSIMAC-Referenzarchitektur für Gefechtssimulationssysteme auf die Geländedaten, die einzelnen Waffensysteme und die Modellierung der Absicht der übergeordneten Führung¹² ausgedehnt.

Die *Geländedaten* werden ausgehend von einer kleinsten Rasterweite (von derzeit 25 m) stufenweise (über 50, 100 und 400 m) aggregiert. Auf diese Weise lassen sich *Planungsvorgänge* auf den weniger rechenintensiven Grobdaten (200 oder 400 Meter Raster) durchführen. Dabei können die Führungsautomaten höherer Kommandoebenen selbstverständlich auch auf die genaueren Geländedateien zugreifen, falls sie präzisere Daten benötigen, als sie das aggregierte Gelände liefert. Geländeabhängige Berechnungen in den Führungsautomaten können auf diese Weise gegebenenfalls erheblich beschleunigt werden (von der 25-m-Rasterung zur 400-m-Rasterung beispielsweise etwa um den Faktor von 256 (16 *16)).

Jedes *Waffensystem* kann schrittweise beliebig genau im Kernsimulator beschrieben werden (*system-technische Sprachen*). Auf diese Weise bleibt die Schnittstelle der Führungsautomaten zum Kernsimulator (Elementar-Taktiksprache) von Veränderungen im Kernsimulator unberührt. Ein Kernsimulator, in dem die Elementarprozesse zunächst vereinfacht abgebildet werden, kann so sukzessive verfeinert werden, ohne dass dadurch die Entwicklung der Führungsautomaten betroffen wäre.

Anspruchsvoll ist die Erweiterung des MTK bezüglich der Modellierung der Absicht der Führung („Idee des Gefechtes“), die wie folgt konzipiert wurde:

- In COSIMAC werden jeder Kommandoebene für die nach Bundeswehr-Vorschriften bestimmten Gefechtsabschnitte grundsätzliche Handlungs-Optionen zugeordnet (*Optionenkonzept*)
- Eine konkrete Zuordnung (genauer: *Präferenzordnung*) von Optionen zu bestimmten Gefechts-Phasen gibt näherungsweise die „Idee des Gefechtes“ in Form eines Ablaufplans wieder
- Jedem Führungselement wird neben den Befehlen und konkreten Aufträgen (Level 1 - „*Befehlstaktiksprache*“) stets auch der Ablaufplan von der übergeordneten Führung mitgeteilt, so daß jeder Führungsautomat auch die Absicht der Führung (Level 2 - „*Auftragstaktiksprache*“) kennt und eigene Entscheidungen daran überprüfen kann.

Den Führungsautomaten können dabei in der ersten Ausbaustufe noch alle taktischen Optionen (siehe [Ho00a]) vorgegeben werden; später lassen sich Options-Generatoren¹³

rung und Implementierung der Elementarprozesse gearbeitet, aber mehr als doppelt so lange an den Führungsautomaten (siehe [Ho00a]).

¹² Die „Absicht der übergeordneten Führung“ ist wesentliches Element der sogenannten Auftragstaktik (dem Unterstellten werden hier im Unterschied zur sogenannten Befehlstaktik nur wenige Durchführungsvorschriften gemacht; die Umsetzung von Befehlen liegt daher zu einem großen Teil beim Befehlsempfänger)

¹³ Im Rahmen der Umsetzung des COSIMAC-Modells in einzelne Simulationssysteme wurde bereits prototypisch ein solcher Optionen-Generator erarbeitet: er erstellt eine Anfangsdislozierung der Kräfte für eine vorbe-

hinzufügen, mit deren Hilfe die Führungsautomaten auch bezüglich der Auftragstaktik an Autonomie gewinnen können und so universell einsetzbar werden (Einzelheiten zum Optionenkonzept finden sich in [Ho00a]).

7 Abschließende Bemerkungen

Im Rahmen dieses Beitrags wurde nur der statische Anteil des COSIMAC-Referenzmodells vorgestellt. Ein Referenzmodell für die dynamischen Abläufe in Gefechtsimulationssystemen im Sinne eines Prozessmodells konnte bisher nicht so allgemein formuliert werden wie das hier vorgestellte statische Modell; die Unterschiede in der Modellierung der Elementarprozesse bei aggregierten und hochauflösenden Simulationssysteme erschienen mir zu groß. So werden beispielsweise bei der Modellierung des Bekämpfungsprozesses in Einzelschußmodellen notwendigerweise auch Effekte wie Niederhaltungswirkungen, Doppelbekämpfungen und intelligente Feuerregelung berücksichtigt, während bei einem Lanchester-Differentialgleichungen¹⁴ nutzenden aggregierten GSS diese Aspekte überhaupt nicht modelliert werden können.

Trotzdem ist es auch für die Dynamik von Gefechtssimulationssystemen sinnvoll, geeignete Referenzmodelle zu entwickeln. Das dynamische Referenzmodell für die nur bis zur Zug-Ebene auflösenden COSIMAC-P (Platoon) Systeme wurde jedenfalls mit geringem Aufwand so modifiziert, dass es auch als Referenz für die bis zum Einzelwaffensystem auflösenden COSIMAC-WS (Weapon System) Systeme eingesetzt werden kann.

Das vorgestellte statische Modell hat sich in allen vier bisher damit erstellten Systemen bewährt (siehe [Ho00a] für eine Beschreibung dieser Systeme und [HHP00] für eine sogenannte „militärisch-fachliche Stellungnahme des Amtes für Studien und Übungen der Bundeswehr zu einer mit COSIMAC-Modellen durchgeführten Studie). Mangels alternativer Modelle konnte es bisher aber nicht vergleichend bewertet werden. Der Entwicklungsaufwand für die Führungsautomaten sank allerdings mit jeder Ausbaustufe des Referenzmodells. Es kann daher als Grundlage für eine Diskussion der notwendigen Standardisierungen auf dem Gebiet der konstruktiven Gefechtssimulation dienen. Dabei sollten jedoch die moralisch-ethische Dimension der Thematik stets berücksichtigt werden.

8 Literaturverzeichnis

- [Ar 99] Aronson, J. Wade, SAIC - Scenario Generation „*Model Based Simulation Composition*“, <http://astt.com/ASTT/scenegen.asp>
- [Bi96] Biddle, Stephen "Victory Misunderstood: What the Gulf War Tells Us About the Future of Conflict," *International Security*, Vol. 20, No. 2 (Fall 1996), pp.139-179
- [BS79] Brewer, G. D. Shubik., M.: *The War Game: A Critique of Military Problem Solving*. Harvard University Press, 1979.
- [DMSO] <http://www.dmsso.mil/> - Online-Dokumentation der HLA
Defense Modeling And Simulation Office Homepage

reitete Verteidigung mit Sicherungslinie und VRV auf der Grundlage einer automatisierten Geländebeurteilung (Einzelheiten siehe [Ho00a]).

¹⁴ Seit 100 Jahren zur Abbildung des Feuerkampfes (genauer zur Abbildung des Kräfteverhältnissesverwendete Differentialgleichungen (siehe z.B. [Sc91] oder [Ta82]).

- [Do99] Dompke, U.: Computer Generated Forces Technology, NATO RTO Technical Report 11, Neuilly-sur-Seine
- [Du79] Dupuy, T. N.: Numbers, Prediction and War. London: Macdonald & Jane's Publ. Ltd., 1979
- [Fa80] Farmer, T. F.: A Survey of Approaches to the Modeling of Land Combat, MS Thesis, US Naval Postgraduate School, 1980.
- [Ha71] Hausrath, A. H. : Venture Simulation in War, Business and Politics, McGraw-Hill, New York, 1971
- [HHP00] Hofmann, H.W., Hofmann, M., Poetzsch, V.: Abschlußbericht zur Studie "Führungsautomat Panzerzug" IASFOR-Bericht Nr. S.0007, Universität der Bundeswehr, Fakultät für Informatik, Neubiberg, 2000
- [Ho00a] Hofmann, M.: „Zur Abbildung von Führungsprozessen in hochauflösenden Gefechtssimulationssystemen“, Dissertation, Dissertationsverlag NG-Kopierladen, München 2000
- [Ho00b] Hofmann, Hans W.: Proceedings zum Workshop „Führungsautomaten in Gefechtssimulationssystemen des Heeres“, IASFOR-Bericht Nr. S-0006, Universität der Bundeswehr, Fakultät für Informatik, Neubiberg, 2000
- [MKPU00] Menzler, H.P., Krosta, U., Pixius, K., Ufer, H. : HLA in a Nutshell: PSISA, in SISIO Spring Simulation Interoperability Workshop 2000
<http://www.sisostds.org>
- [MSRR] <http://www.msrr.army.mil/astars> , Document-File:, Online-Dokumentation
- [Sc97] Scheer, A.: ARIS - House of Business Engineering: Konzept zur Beschreibung und Ausführung von Referenzmodellen. In: Entwicklungsstand und Entwicklungsperspektiven der Referenzmodellierung In: Becker, J.; Rosemann, M.; Schütte, R. (Hrsg.): Entwicklungsstand und Entwicklungsperspektiven der Referenzmodellierung. (1997)
- [Sc95] Schmalzl, J.: Architekturmodelle zur Planung der Informationsverarbeitung von Kreditinstituten. Heidelberg 1995
- [Sc90] Scholz- Reiter, B.: CIM - Informations- und Kommunikationssysteme. München, Wien 1990
- [Sc98] Schütte, R.: Referenzmodellierung: Anforderungen der Praxis und methodische Konzepte. In Maicher, M.; Scheruhn, H. (Hrsg.): Informationsmodellierung. Wiesbaden (1998), 63- 84.
- [Ta82] Taylor, J. G. "An Introduction to Lanchester-Type Models of Warfare," 1982 Callaway Workshop Proceedings, 34-66, 1982.
- [Wa73] C.H. Waddington: O.R. in World War 2, Elek Science, London,1973
- [We 00] Wenzel, Sigrid (Hrsg.) „Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik“, Frontiers in Simulation SCS, Gruner Druck, Erlangen, 2000