

# **Ontologiegestützter Informationsaustausch zwischen heterogenen Führungsinformationssystemen zur netzwerkbasierten Führungsunterstützung**

Dr. Ulrich Schade

FGAN-FKIE  
Neuenahrer Straße 20  
53343 Wachtberg-Werthhoven  
schade@fgan.de

**Abstract:** Sollen IT-Systeme, die auf unterschiedlichen Datenmodellen aufsetzen, Information austauschen, ohne dass die Datenmodelle harmonisiert werden, bedarf es einer Menge von Regeln, denen der Datenaustausch folgen muss, damit die ausgetauschten Daten von beiden Systemen gleich interpretiert werden. Der Beitrag argumentiert dafür, dass diese Regeln ontologisch fundiert werden sollten. Das befürwortete Prinzip wird dabei anhand von Beispielen militärischer IT-Systeme erläutert.

## **1 Einleitung**

Der Informationsaustausch zwischen zwei oder mehreren Systemen kann nur dann in gewünschter Weise erfolgen, wenn zahlreiche Voraussetzungen erfüllt sind. Viele diese Voraussetzungen sind unter dem Stichwort „Interoperabilität“ zusammengefasst: Trivialerweise müssen Systeme, die Informationen austauschen, miteinander verbunden sein (Interoperabilität der Stufe 1). Darüber hinaus müssen Daten, die ein System sendet, durch die Empfangssysteme verarbeitbar sein (Interoperabilität der Stufe 2). Diese beiden Stufen der Interoperabilität sind erreichbar. Die Interoperabilität der Stufe 1 ist eine Frage der Hardware, und die Interoperabilität der Stufe 2 die Frage nach dem Format, in welchem die Daten zwischen den Systemen übertragen werden. Überträgt das sendende System seine Daten etwa in einem XML-Format, so sind diese für alle Empfänger-System im Prinzip verarbeitbar.

Interoperabilität der Stufe 2 aber sichert nur den Austausch von Daten, nicht etwa den von Informationen. Sollen Informationen ausgetauscht werden (Interoperabilität der Stufe 3), so müssen die ausgetauschten Daten vom Sender und Empfänger in gleicher Form verstanden werden. Diese „semantische“ Interoperabilität könnte dadurch erleichtert werden, dass allen interagierenden Systemen ein identisches Datenmodell zugrunde gelegt wird. Durch ein solches Datenmodell wären dann die Bedeutungen von wichtigen Begriffen einheitlich festgeschrieben. Die Interpretation von Daten, die unter Rückgriff auf diese festgelegten Begriffe erstellt werden, könnte damit durch alle Systeme in gleicher Weise erfolgen, so dass letztlich Information ausgetauscht würde.

Die skizzierte Lösung, den Informationsaustausch durch die verbindliche Vorgabe eines einheitlichen Datenmodells zu fördern, stößt in der Praxis in wenigstens zweierlei Hinsicht auf Probleme. Erstens besteht häufig der Wunsch, einen Datenaustausch zwischen bereits existierenden Systemen zu realisieren, auch wenn diese Systeme auf unterschiedlichen Datenmodellen basieren. Eine nachträgliche Harmonisierung der Datenmodelle dieser „heterogenen Systeme“ kann sich dabei als zu aufwendig herausstellen oder nicht durchsetzbar sein. Zweitens kann der Fall auftreten, dass die den Systemen zugrundeliegenden Datenmodelle jeweils paarweise mit einem vertretbaren Aufwand harmonisierbar sind, dass dabei jedoch kein kohärentes Gesamtdatenmodell entsteht. Bei den genannten Problemen bietet es sich an, den Informationsaustausch auf Ontologien (vgl. [1, 2]) abzustützen und darüber hinaus exakt auf den Bedarf an auszutauschender Information zuzuschneiden. Der vorliegende Beitrag soll diese Vorgehensweise erläutern und an Beispielen verdeutlichen.

Die in den Beispielen erwähnten IT-Systeme sind *Führungsinformationssysteme*, kurz FüInfoSys, mit denen im militärischen Bereich versucht wird, IT zu nutzen, um Einsatzkräfte zu führen und die bei entsprechenden Einsätzen anfallenden Informationen zügig und teilautomatisiert zu verarbeiten. Die Notwendigkeit für den Einsatz von Führungsinformationssystemen ergibt auch aus dem veränderten Einsatzspektrum, dem sich die Bundeswehr stellt. Nicht die Landesverteidigung steht dabei im Vordergrund, sondern friedensstiftende und friedenserhaltende Operationen im Ausland. Bei diesen Einsätzen müssen die Führungsinformationssysteme untereinander, aber auch mit anderen Systemen Informationen austauschen, die nicht notwendigerweise von klassisch militärischen Natur sind. Wird beispielsweise bei einer Patrouillenfahrt eine verletzte Person angetroffen, so müssen entsprechende Informationen, etwa über den Grad und die Art der Verletzung, aus dem System im Fahrzeug des Patrouillenführers an das System der Einsatzleitung übermittelt werden. Dieses System kann dann Informationen mit angeschlossenen Systemen von Lazaretten bzw. Krankenhäusern austauschen, um festzulegen, wohin die eventuell zu bergende, verletzte Person gebracht werden sollte, was dann schließlich wieder dem System im Einsatzfahrzeug mitgeteilt wird.

## 2 Ontologiestützter Informationsaustausch

Betrachtet man zwei Systeme, welche lediglich Daten austauschen sollen, so lässt sich ein Informationsaustausch über eine Menge von Regeln spezifizieren. Die Regeln fassen Wissen darüber zusammen, wie die zu übermittelnden Daten des Sendersystems in Daten des Empfängersystems umzuwandeln sind. Sollen die beiden Systeme Information austauschen, so müssen die Daten des Sendersystems so umgewandelt werden, dass die Interpretation der empfangenen Daten durch das Empfängersystem der Interpretation dieser Daten durch das Sendersystem entspricht. In aller Regel sind Datenmodelle so konzipiert, dass sich die Bedeutung der Daten nur zu einem geringen Anteil aus der Repräsentation selbst ergibt. Statt dessen ist die Bedeutung in der zugehörigen Dokumentation festgelegt. Die Bedeutung der Daten ist damit durch das Datenmodell implizit und nicht explizit gegeben. Erst über eine zugeordnete Ontologie kann das, was Daten in einem System bedeuten, expliziert werden. Entsprechend wird der Aufbau einer Regelmengung für den bedeutungserhaltenden Austausch von Daten Information und damit für den Austausch von Informationen erleichtert, wenn alle interagierenden Systeme über eine Ontologie verfügen, mit der jeweils die Bedeutung der Systemdaten expliziert wird. Ein Informationsaustausch, der sich auf eine solche Konstellation abstützt, wird hier als *ontologiestützter Informationsaustausch* bezeichnet.

Ontologiestützter Informationsaustausch ist kein Mittel, das immer einfach zum Erfolg führt. Der Austausch ist immer dann problematisch, wenn die Systeme mit Daten operieren, deren Semantiken inkompatibel sind. Als noch lösbares Problembeispiel stelle man sich ein generisches Führungsinformationssystem für das deutsche Heer und ein NATO-Führungsinformationssystem vor, wobei sich das NATO-System, wo immer dies möglich ist, auf die APP6A [3] bezieht. Beide System würden bei der Kategorisierung von militärischen Einheiten Kampfeinheiten und Kampfunterstützungseinheiten unterscheiden und entsprechende Unterkategorien einführen. Das deutsche Heeressystem würde dabei gemäß der entsprechenden Heeresdienstvorschriften bei der weiteren Kategorisierung eine Pioniereinheit als Kampfunterstützungseinheit klassifizieren. Das NATO-System dagegen würde die Pioniereinheit als Kampfeinheit einstufen. Eine Regel für den Informationsaustausch zwischen den beiden genannten Systemen müsste diese unterschiedliche Kategorisierung der Pioniereinheiten so festhalten und nutzen, dass auch bei auszutauschender Information, die sich auf die übergeordneten Kategorien bezieht, die implizierte Information korrekt übermittelt wird. Übermittelt also das NATO-System die Information „*Bei allen Kampfeinheiten ist die volle Einsatzbereitschaft hergestellt*“, so müsste die angesprochene Regel dafür sorgen, dass das deutsche Heeressystem „*Bei allen Kampfeinheiten und allen Pioniereinheiten ist die volle Einsatzbereitschaft hergestellt*“ erhält. Eine entsprechende Regel kann allgemein für Hyponymbeziehungen formuliert werden. Die Anwendung der Regel erfordert dann aber die Kenntnis von Taxonomien, im Beispiel von Taxonomien für militärische Einheiten, wie sie durch entsprechende Ontologien bereitgestellt würden.

Bei einer größeren Anzahl von Systemen hat man prinzipiell zwei Möglichkeiten für den Informationsaustausch. Zum einen kann man für jedes Systempaar die entsprechenden Austauschregeln formulieren. Zum anderen kann man ein übergeordnetes Datenmodell (mit Ontologiekomponente zur expliziten Repräsentation seiner Semantik) konstruieren, um dann für jedes der ursprünglichen Systeme die Regeln zum Austausch mit dem übergeordneten System zu propagieren. In beiden Fällen ist es sinnvoll, die Regeln sowie im zweiten Fall das übergeordnete Modell so auszulegen, dass nur genau die jeweils benötigte Information ausgetauscht werden kann. Im Fall eines übergeordneten Modells heißt das auch, dass dort nur das repräsentiert wird, was für den Informationsaustausch relevant ist. Auf diese Weise vermeidet man (zumindest weitgehend) die Kohärenzproblematik: Wenn zwei Systeme Daten austauschen sollen, muss so lediglich für diese Daten die einheitliche Interpretation gewährleistet werden, nicht aber für weitere Daten, über die sich die Systeme nicht austauschen. Für die ontologiebasierten Regeln zur Umwandlung der auszutauschenden Information heißt das wiederum, dass informationsreduzierende Umwandlungen auf den Repräsentationen des Sendersystems aufsetzen, wohingegen informationsanreichernde Umwandlung bei der Einspielen der Daten in das Empfängersystem wirken. Diese Prinzipien sollen nun anhand von Beispielen illustriert werden.

### **3 Informationsaustausch zwischen Heer und Luftwaffe**

Bei einem Informationsaustausch zwischen einem Heeressystem (Sender) und einem Luftwaffensystem (Empfänger) muss insbesondere Folgendes übermittelt werden: die Position der eigenen Heerestruppen („position of friendly troops“ – PFT) und die Standorte und die Identifikationsmerkmale von (nicht eigenen) Luftabwehrsystemen<sup>1</sup>, welche durch das Heer aufgeklärt wurden. Die Position eigener Truppen ist zu übermitteln, um Schäden und Verlusten bei diesen Truppen durch den Einsatz der eigenen Luftwaffe entgegenzuwirken. Der Informationsbedarf des Luftwaffensystems ist dabei allerdings reduziert. Das Luftwaffensystem benötigt keineswegs sämtliche Einzelpositionen. Es genügt die Angabe eines geo-referenzierten, geschlossenen Polygonzuges, welcher das Gebiet umschließt, in dem sich die eigenen Truppen aufhalten. Da die Information reduziert wird, setzt der entsprechende ontologische Umwandlungsprozess senderseitig auf und berechnet aus den Lokalisationsangaben der eigenen Truppen sowie aus den bekannten Angaben über die Positionen gegnerischer Truppen den entsprechenden Polygonzug. Abbildung 1 zeigt das visualisierte Ergebnis dieses Prozesses im Sokrates-System [4], einem Prototypen zur automatischen Meldungsverarbeitung, welcher als Teil eines Heeressystems angesehen werden kann.

Die Übermittlung von Informationen zu aufgeklärten Luftabwehrsystemen unterscheidet sich von der Übermittlung von PFT-Informationen, da sie angereichert werden muss. Insbesondere ist aus dem Typ des erkannten Flugabwehrsystem unter Hinzunahme von Geländeinformation ein Gefährdungsbereich für die eigenen Flugkörper zu berechnen. Diese semantische Anreicherung erfolgt durch einen ontologischen Umwandlungsprozess direkt vor der Eingabe in das Luftwaffensystem.

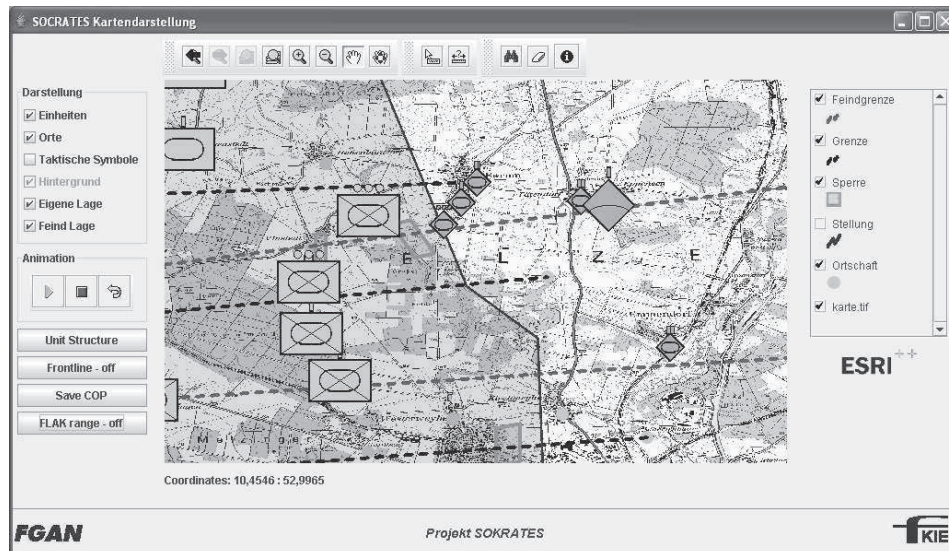


Abbildung 1: Visualisierung des Gebiets eigener Truppen

## 4 Fazit

Beim Informationsaustausch zwischen heterogenen Systemen muss sichergestellt sein, dass die ausgetauschten Daten in gleicher Weise interpretiert werden. Dies lässt sich mit Übertragungsregeln realisieren, wobei die Regeln auf den Ontologien basieren müssen, mit denen die Datenbedeutung expliziert wurde. Um Inkohärenzen zu vermeiden, sollten sich die Regeln auf die Daten beziehen, für die Austauschbedarf besteht.

## Literaturverzeichnis

- [1] Gruber, T.R.: A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. Knowledge Acquisition 5 (1993), 199-220.
- [2] Staab, S.; Studer, R.: Handbook on Ontologies. Berlin: Springer, 2004.
- [3] NATO-MAS [Military Agency for Standardization]: NATO Allied Procedures Publication (APP) 6A: Military Symbols for Land-Based Systems (APP-6A). Brüssel, 1997.
- [4] Schade, U.: Automatic Report Processing. Proceedings of the 9th International C2 Research and Technology Symposium (ICCRTS) in Copenhagen, Denmark. Washington, DC: CCRP, 2004.