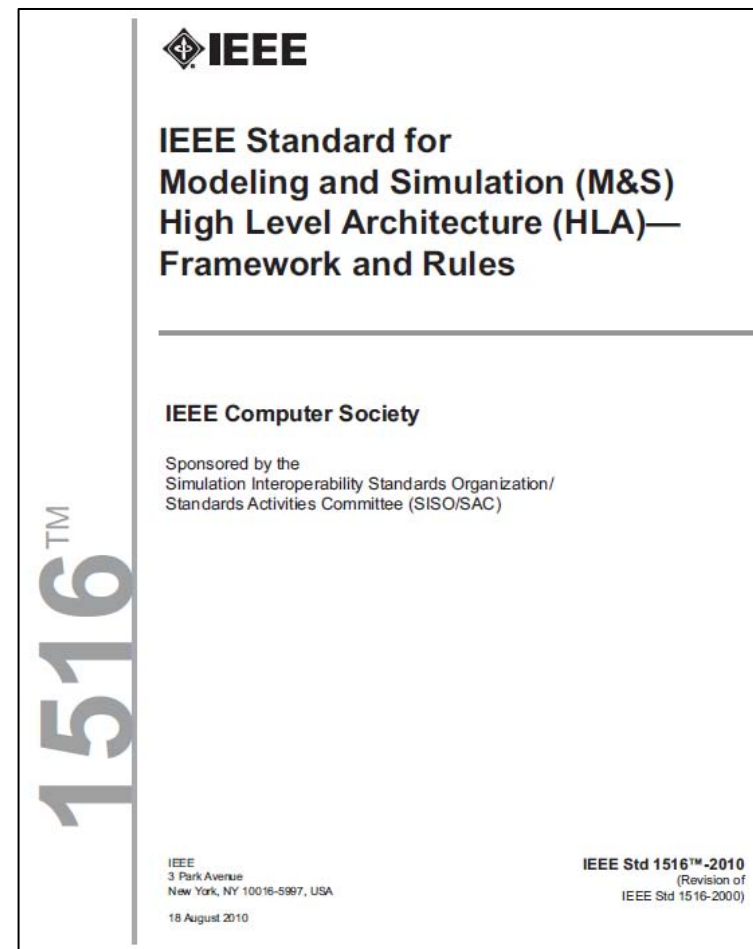


Zum aktuellen Stand der HLA: Möglichkeiten und Grenzen

Dr. E. Neugebauer, H. Ufer, IABG Meppen

ITIS-Workshop 2011: „Qualitätssteigerung durch Standardisierung!?“



Inhalt

- 1. Warum HLA?**
- 2. HLA in der Praxis**
- 3. Alternativen zu HLA?**
- 4. HLA und die Stufen der Interoperabilität**
- 5. Qualitätssteigerung durch Standardisierung!?**
- 6. Zusammenfassung**

HLA = *High Level Architecture*

■ *DoD Modeling and Simulation Master Plan* von 1995

- Maßnahmenkatalog zur Weiterentwicklung von M&S
- u.a. *Common Technical Framework for M&S*:
 - **High Level Architecture (HLA)**
 - *Conceptual Model of Mission Space (CMMS)*
 - *Data Standards*



■ HLA: Standardarchitektur für verteilte Simulationsanwendungen

- ***“Minimum definition*** *required to facilitate simulation interoperability and reuse”*
- ***Federation*** = *shared information space spanned by a set of federates*
- **Publish-Subscribe-Paradigma**

■ Standards IEEE 1516-2000 und 1516-2010 (HLA Evolved)

- *Framework and Rules*
- *Federate Interface Specification*
- *Object Model Template (OMT) Specification*



Warum HLA?

- Überwinden der Beschränkungen von DIS und ALSP
- DIS (*Distributed Interactive Simulation*):
 - Kopplung von Trainingssimulatoren (*Virtual Simulations*)
 - nur Realzeit
 - festes Datenaustauschmodell
 - kein Zeitmanagement \Rightarrow keine garantierte Kausalität
 - keine Filtermechanismen \Rightarrow Überlastung der Simulation mit überflüssigen Daten
- ALSP (*Aggregate Level Simulation Protocol*):
 - Kopplung von Planspielen (*Constructive Simulations*)
 - flexibles Datenaustauschmodell
 - Zeitmanagement

Kerneigenschaften von HLA

- Trennung von Simulation und Kommunikation
- flexibles, objektbasiertes Datenaustauschmodell
- standardisierte Programmierschnittstellen (API)
- Standarddienste für verteilte Simulation:
 - *Federation Management*
 - *Declaration Management*
 - *Object Management*
 - *Ownership Management*
 - *Time Management*
 - *Data Distribution Management*
- Überwachung
 - *Management Object Model (MOM)*

Konsequenzen für HLA

- erforderlich: Kommunikationsinfrastruktur
 - jeder HLA-Verbund benötigt eine *RTI (Run Time Infrastructure)*
 - HLA legt nur Schnittstellen fest
- ⇒ mehrere kommerzielle, i.A. nicht miteinander koppelbare RTIen



- erforderlich: Modellierung des Datenaustauschs
 - jeder HLA-Verbund benötigt ein Datenaustauschmodell:
FOM: Federation Object Model
 - HLA legt nur Struktur fest:
OMT (Object Model Template)

⇒ HLA allein liefert **kein Plug & Play!**

The screenshot shows a software window titled 'Object Model Development Tool - [RPR-FOM.umd - Object Class Structure Table]'. It contains a table with five columns labeled Class1, Class2, Class3, Class4, and Class5. The table lists various object classes and their relationships. For example, Class1 contains 'BaseEntity (S)', 'EmbeddedSystem (N)', 'EmitterBeam (PS)', and 'SimulationManager (PS)'. Class2 contains 'AggregateEntity (PS)', 'EnvironmentEntity [1] (PS)', 'PhysicalEntity [1] (S)', 'Designator (PS)', 'EmitterSystem (PS)', 'RadioReceiver (PS)', 'RadioTransmitter (PS)', and 'TrackJamBeam (PS)'. Class3 contains 'MilitaryEntity (S)', 'CivilEntity (S)', and 'Civilian (PS)'. Class4 contains 'MilitaryPlatformEntity (S)', 'MunitionEntity (PS)', 'Soldier (PS)', 'CivilPlatform (S)', and 'Civilian (PS)'. Class5 contains a list of platform types such as 'MilitaryAirLandPlatform (PS)', 'MilitaryAmphibiousPlatform (PS)', 'MilitaryLandPlatform (PS)', 'MilitarySpacePlatform (PS)', 'MilitarySeaSurfacePlatform (PS)', 'MilitarySubmersiblePlatform (PS)', 'MilitaryMultiDomainPlatform (PS)', 'CivilAirLandPlatform (PS)', 'CivilAmphibiousPlatform (PS)', 'CivilLandPlatform (PS)', 'CivilSpacePlatform (PS)', 'CivilSeaSurfacePlatform (PS)', 'CivilSubmersiblePlatform (PS)', and 'CivilMultiDomainPlatform (PS)'. The bottom of the window shows 'OMDT Support @ http://www.aegisrc.com'.

HLA in der Praxis: Vorzüge (1/2)

- leichte Integration bestehender HLA-Anwendungen
 - Erweiterungen des Datenaustauschmodells: rückwärtskompatibel
 - *Publish-Subscribe*: „Altsysteme“ erhalten nur die ihnen bekannten Informationen

- Filterung von Informationen
 - auf Klassenebene (*Declaration Management*)
 - auf Attributebene (*Declaration Management*)
 - auf Instanzebene (*Data Distribution Management*)

- Kausalität
 - Zeitmanagement garantiert korrekte Reihenfolge der Ereignisse

HLA in der Praxis: Vorzüge (2/2)

- *Ownership Management*
 - Besitz eines Objekts oder einzelner Attribute kann von einer HLA-Anwendung auf eine andere übertragen werden
 - Verlässliches Netzwerkprotokoll TCP/IP
 - (eingeschränkte) Austauschbarkeit der RTI
- ⇒ **HLA bietet neue Möglichkeiten!**

HLA in der Praxis: mögliche Fehlerquellen (1/2)

■ Netzwerkkonfiguration

- *Routing* im WAN: jeder HLA-Rechner muss jeden anderen erreichen können
- *Domain Name Service (DNS)*: Abbildung der Rechnernamen auf IP-Adressen
- Konfiguration von Firewalls (z.B. Port-Nummern)

■ *Local RTI Component (LRC)*

- *Federation Execution Data (FED)* bzw. *FOM Document Data (FDD)*: einheitlich in der Föderation!
- *RTI Initialization Data (RID)*: einheitlich in der Föderation!
- IP-Adresse und Port-Nummer der *Central RTI Component (CRC)*

HLA in der Praxis: mögliche Fehlerquellen (2/2)

■ *Federation Object Model (FOM)*

■ Transporttyp für Attribute und Interaktionen:

▪ Beispiel MÄK RTI:

Updates und Interaktionen werden beim Transporttyp *Best Effort* nicht über Subnetz-Grenzen übertragen, da UDP!

■ (De-)Serialisierung von Datenstrukturen für den Austausch über Netzwerke

■ keine fertige Implementierung in der RTI

■ muss von jeder HLA-Anwendung separat implementiert werden

HLA in der Praxis: weitere Stolpersteine

■ Austauschbarkeit der RTI

- Beschränkung auf unterstützte Betriebssysteme und Compiler
- mit jeder Revision des Standards hat sich das API geändert

■ Anpassung der Anwendungen

- ggf. Anpassung an geändertes RTI API
- Eingriffe in Interna für Zeitverwaltung und *Ownership Management*

⇒ **HLA ist aufwändiger als DIS**

Middleware für HLA

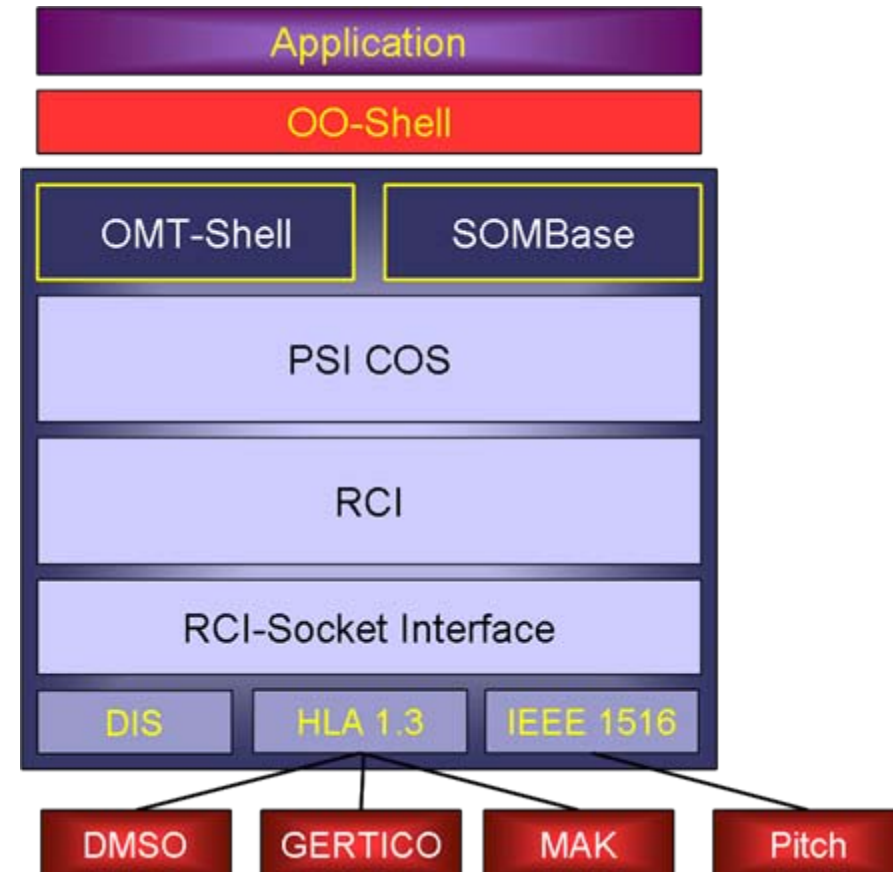
- Middleware zur Anbindung von HLA-Anwendungen, z.B. PSI-SA 2.0 der SuTBw

- *PSI-SA = Primary Software Interface for Simulation Applications*

- Kapselung der RTIen
- auch DIS-Unterstützung
- Codegenerator
- u.a.

⇒ Verbesserung der Praxistauglichkeit von HLA

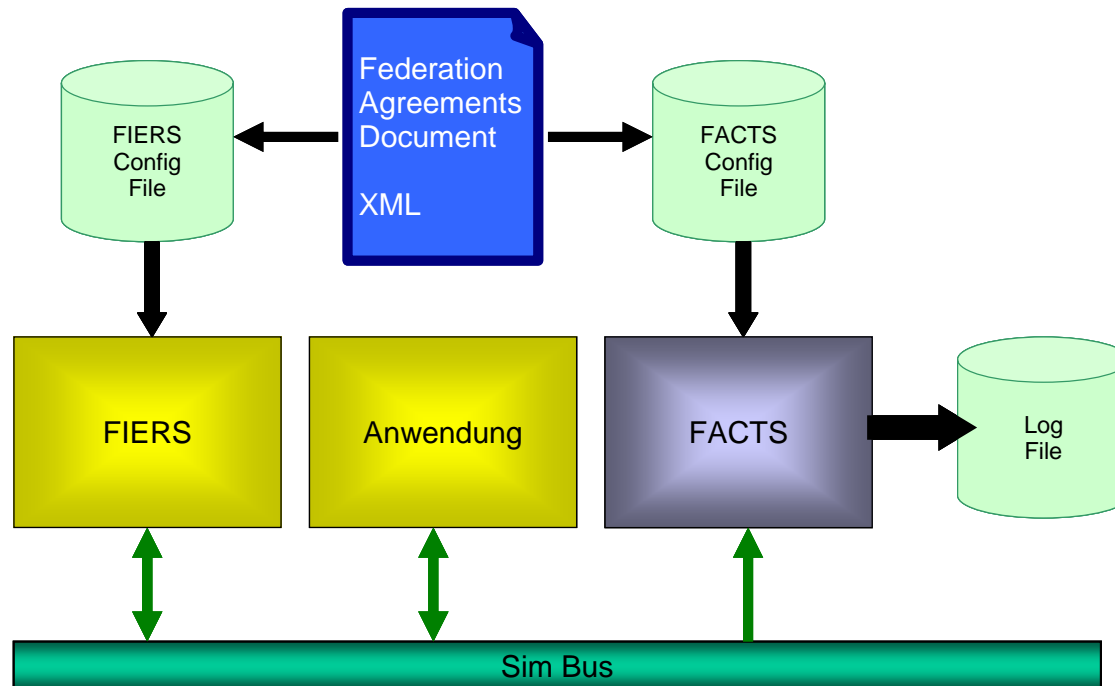
- Infos & Downloads: www.sim-infra.de



Werkzeuge für HLA

z.B. Werkzeuge aus SD VIntEL:

- *FACTS (Federation Agreement Conformance Test Service)*
- *FIERS (Federation Integration and Experimentation Rehearsal Surrogate)*
 - Testen der Anwendungen vor der Integration in einen HLA-Verbund
 - Fehlersuche im laufenden HLA-Verbund
 - Ziel: automatische Erstellung der Werkzeuge



(Keine) Alternativen zu HLA?

■ CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*)

- Client-Server-Architektur
- verteiltes Objektmodell / Funktionsaufrufe übers Netz
- **keine Standarddienste für verteilte Simulation, z.B. kein Zeitmanagement**
- technische Grundlage für einige RTIen (z.B. GERTICO)



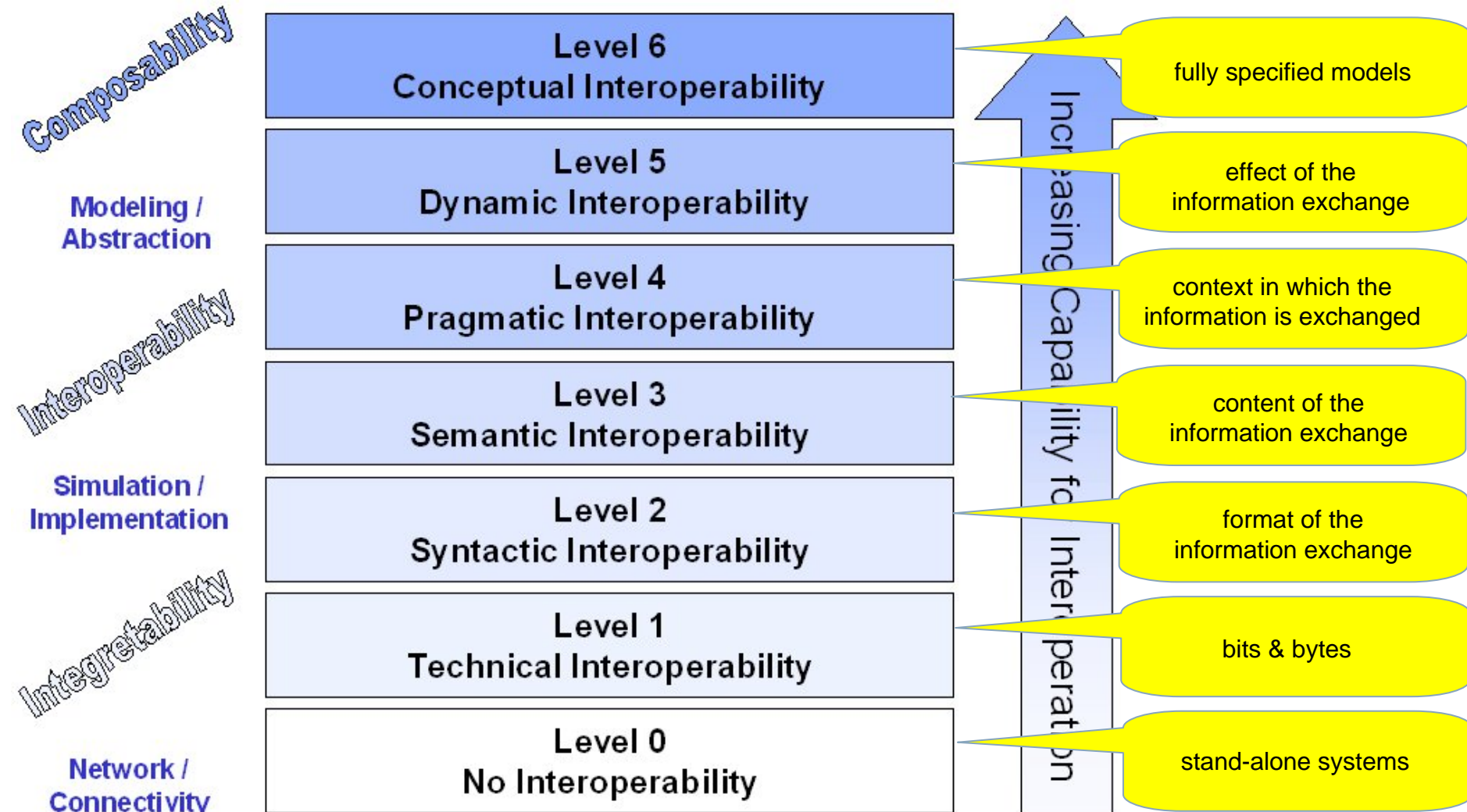
■ TENA (*Test and Training Enabling Architecture*)

- Kopplung von Simulationen und Anwendungen für Test und Training
- unterstützt LVC-Kopplung (*Live – Virtual – Constructive*)
- **nur Realzeit**
- erweiterbares Datenaustauschmodell

■ SOA (*Service Oriented Architecture*)

- ersetzt *Publish-Subscribe*-Paradigma durch *Request-Response*
- **keine Standarddienste für verteilte Simulation, z.B. kein Zeitmanagement**
- **schlechte Performanz**

LCIM: Levels of Conceptual Interoperability Model



see e.g. A. Tolk et al., Ontology Driven Interoperability, I/ITSEC Tutorial 2006

Bedeutung der höheren Stufen von LCIM

- reiner Informationsaustausch i.A. nicht ausreichend
- Unterschiede in der Modellierung führen zu Inkonsistenzen
- Beispiele:
 - Berücksichtigung von Gelände, Wetter usw.
 - Sichtberechnung (*Line of Sight*)
 - Funkausbreitung
 - Treffer- und Schadensbewertung
- Herausforderung bei der Kopplung von *Simulationssystemen*: Erreichen von ***Fair Fight!***

*Two or more simulations may be considered to be in a **fair fight** when differences in the simulations' performance characteristics have significantly less effect on the out-come of the conflict than actions taken by the simulation participants.*

SISO: Research, Development & Engineering (RD&E) Forum, Glossary of Terms Applied to Fidelity, 2008

HLA und LCIM

Conc.

Dyn.

} Federation Agreement Document (FAD)

Prag.

Sem.

Federation Object Model (FOM)

Syn.

Object Model Template (OMT)

Tech.

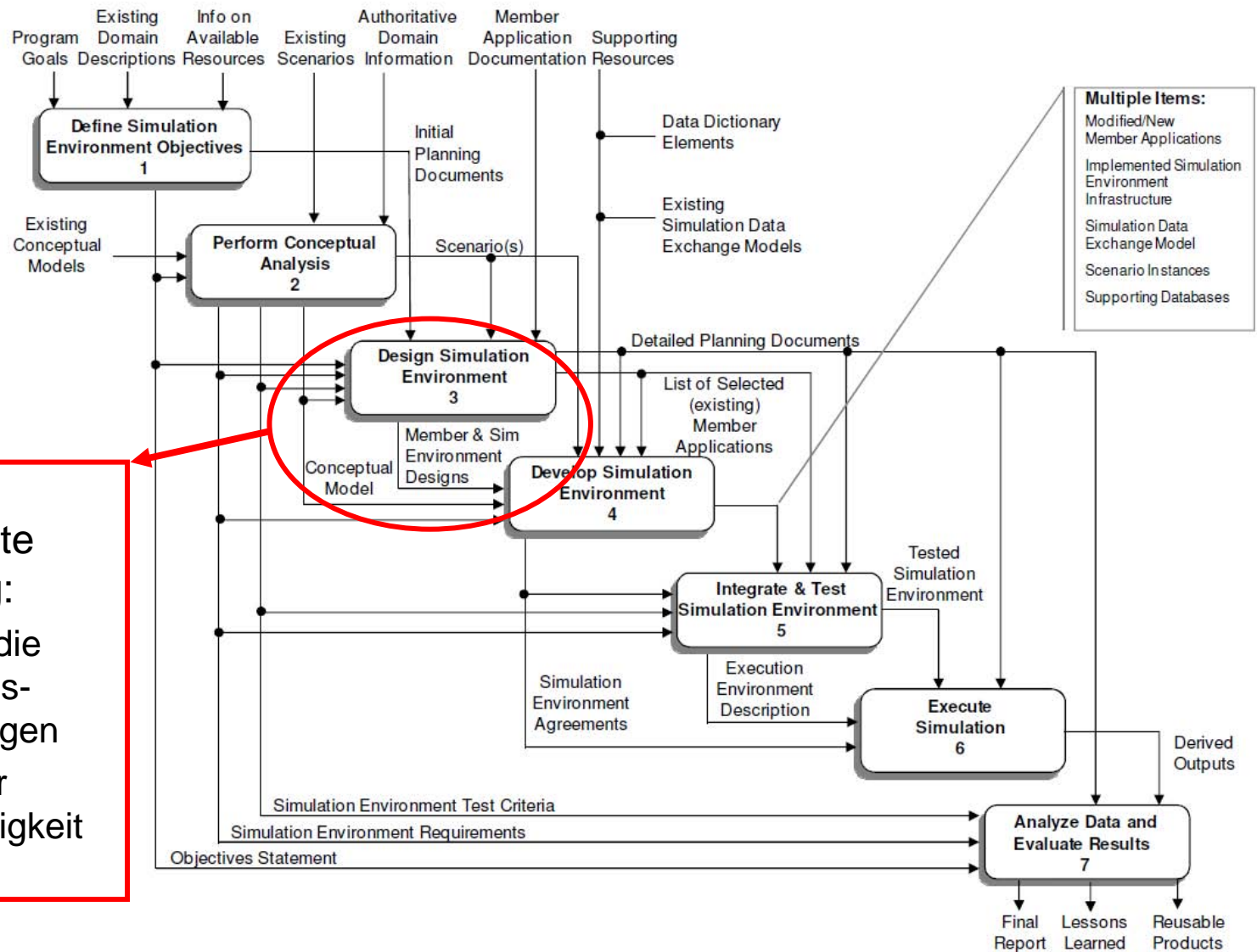
Run Time Infrastructure (RTI)

} **HLA (IEEE 1516)**

Vorgehensmodelle:

- FEDEP
Federation Development and Execution Process
- DSEEP
Distributed Simulation Engineering and Execution Process
- VEVA
Vorgehensmodell für den Einsatz der VintEL-Architektur

Konsequenzen z.B. aus DSEEP



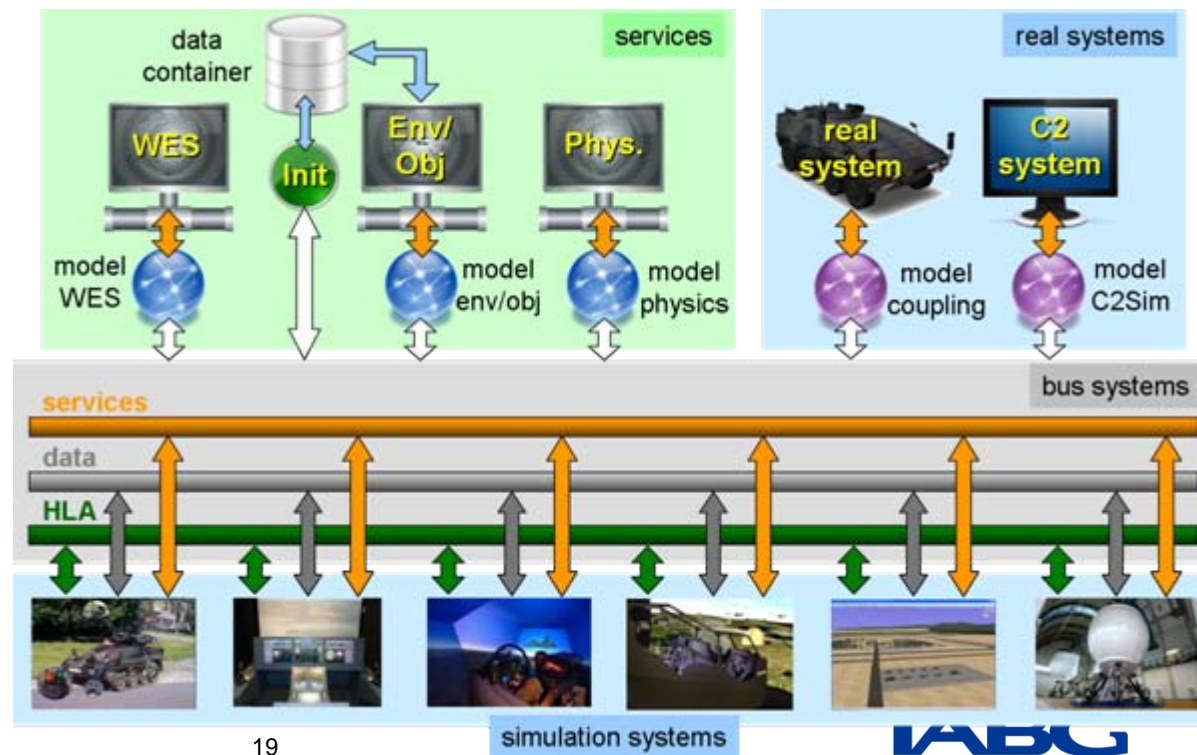
übergeordnete Modellierung:

- Eingriff in die Simulationsanwendungen
- Verlust der Unabhängigkeit

mögliches Vorgehen: Dienste

- „Extraktion“ von Funktionalität aus den Simulationsanwendungen
- „Auslagerung“ in separate Dienstanwendungen (= Services)
- prototypische Umsetzung seit 2008 in Studien von BWB P1.3:
SD VIntEL = Systemdemonstrator *Verteilte Integrierte Erprobungs-Landschaft*

- Dienste für:
 - Waffeneffekte
 - Kommunikations-effekte
 - Gelände / Gebäude
- Dienste können sein:
 - HLA-Anwendungen
 - SOA-Anwendungen



Qualitätssteigerung durch Standardisierung!?

- *Wikipedia*: Qualität gibt an, „in welchem Maße ein Produkt den bestehenden Anforderungen entspricht“
 - **HLA** ist ein Standard für die Kopplung von Simulationsanwendungen
 - typische Anforderung an Simulationsverbund: Erreichen von **Fair Fight**
- ⇒ *Steigert HLA die Qualität von Simulationsverbünden?*

Ja, aber nur für **technische**, **syntaktische** und **semantische** Interoperabilität!

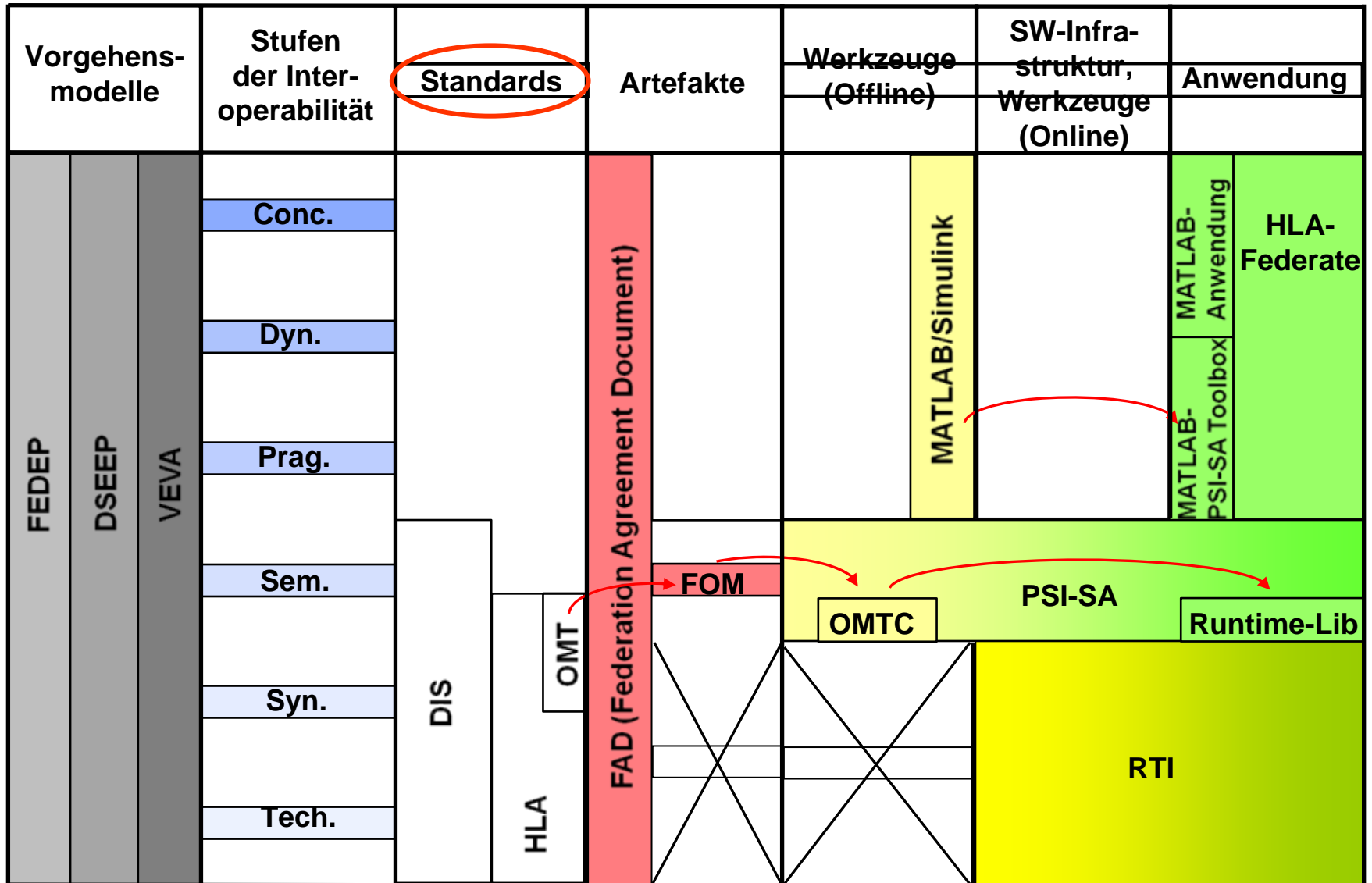
- Qualitätssteigerung durch Standardisierung!?

Ja, aber es fehlen noch Standards für **pragmatische**, **dynamische** und **konzeptuelle** Interoperabilität!

Zusammenfassung

1. HLA bietet Technik und Syntax für die Kopplung von Simulationen
2. HLA macht Vorgaben für die Definition der Semantik der Kopplung
3. HLA macht keine Vorgaben zu höheren Ebenen der Interoperabilität
(*Pragmatic – Dynamic – Conceptual*)
4. HLA ist nützlich, aber aufwändiger in der Handhabung als z.B. DIS
5. Werkzeuge zur Erleichterung der Verwendung von HLA sind verfügbar
6. mittelfristig: keine Alternative zu HLA erkennbar
7. langfristig: neue Standards für die höheren Ebenen der Interoperabilität

Schlussbetrachtung: Entwicklung von HLA-Föderationen



IABG

Einsteinstraße 20

Telefon 089 6088-0

85521 Ottobrunn/München Fax 089 6088-4000

IABG Berlin

Alt Moabit 94
10559 Berlin
Telefon 030 293991-0
Fax 030 293991-44

IABG Bonn

Kaiserstr. 185-187
53113 Bonn
Telefon 0228 91767-0
Fax 0228 91767-70

IABG Dresden

Zum Windkanal 17
01109 Dresden
Telefon 0351 88878-0
Fax 0351 88878-78

IABG Hamburg

Wandsbeker
Königstraße 62
c/o MTG Marinetechnik
22041 Hamburg
Telefon 040 6891-4982
Fax 040 6891-6120

IABG Koblenz

Ferdinand-Sauerbruch-
Str. 26
56073 Koblenz
Telefon 0261 94729-60
Fax 0261 94729-80

IABG Köln-Wahn

Heidestr. 222
51147 Köln
Telefon 02203 685-96
Fax 02203 640-84

IABG Lathen

Hermann-Kemper-Str. 23
49762 Lathen
Telefon 05933 62-0
Fax 05933 62-54

IABG Leipzig

Maximilianallee 4
04129 Leipzig
Telefon 0341 65923-0
Fax 0341 65923-29

IABG Letzlingen

GÜZ/UZA
Salchauer Chaussee 1
39638 Letzlingen
Telefon 039088 903574
Fax 039088/903579

IABG Lichtenau

Gut Burghof,
Lange Straße 85
33165 Lichtenau
Telefon 05295 88-0
Fax 05295 88-777

IABG Meppen

Schießplatz
(Gebäude 170)
49716 Meppen
Telefon 05932 7343-0
Fax 05932 7343-40

IABG

Oberpfaffenhofen

Sonderflughafen
Oberpfaffenhofen/
Gebäude 318
82234 Weßling
Telefon 08153 30-5204
Fax 08153 30-5200

IABG Niederlande

c/o ETS, Keplerlaan 1
NL 2201 AZ Noordwijk
Telefon +31 71 565-5969
Fax +31 71 565-5659

IABG USA

c/o Meads, LLC
555 Sparkman Dr.,
Suite 1440
P.O. Box 5900
Huntsville, AL 35814
Telefon +1 256 864-8603
Fax +1 256 854-0146

Ihr Ansprechpartner

IABG mbH

Abt. OP 10

Dr. Eckehard Neugebauer

Schießplatz Geb. 170

49716 Meppen

Telefon +49 5932 7343-42

Fax +49 5932 7343-40

neugebauer@iabg.de

www.iabg.de