

# DIE TESTING AND TEST CONTROL NOTATION TTCN-3

## Erweitertes Abstrakt

Ina Schieferdecker,  
Technische Universität Berlin/Fraunhofer FOKUS,

schieferdecker@fokus.fraunhofer.de  
www.fokus.fraunhofer.de/tip

### 1 Einleitung

Im September 2000 wurde TTCN-3 durch ETSI - dem Europäischen Telekommunikationsstandardisierungsinstitut - erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. Seither hat sich TTCN-3 sowohl im Anwendungs- als auch im Werkzeugbereich etabliert. Eine Vielzahl von Nutzern setzen TTCN-3 für die Entwicklung von Testlösungen für funktionale, Konformitäts-, Interoperabilitäts-, Skalierungs-, Lasttests, etc. für Protokolle, Dienste, objekt- und komponentenbasierte Systeme, für SmartCards, im Automobilbereich, etc. ein. Eine Palette von Werkzeugen verschiedener Anbieter steht dem Nutzer zur Verfügung. Eine Reihe von standardisierten Test Suites in TTCN-3 wie für SIP, SCTP und IPv6 oder aber Test Frameworks wie für CORBA basierte Systeme und Web Services können unmittelbar genutzt werden.

Doch auch der Standard hat sich weiterentwickelt. Nach der Vorstellung der ersten Version von TTCN-3 (im Wesentlichen bestehend aus der Core Language und dem tabellarischen Präsentationsformat) sind als weitere Bestandteile die operationale Semantik, das graphische Präsentationsformat (GFT), die Ausführungsschnittstellen zur Anbindung an das zu testende System (TRI) und zur Anbindung an die Testplattform (TCI) als auch Einbettungen externer Typsysteme hinzugekommen. Damit steht mittlerweile ein stabiler und umfassender Ansatz zur abstrakten Testspezifikation- und -implementierung zur Verfügung. Ein kontinuierlicher Wartungsprozess für TTCN-3 bei ETSI ermöglicht die Korrektur, Verbesserung und den weiteren Ausbau von TTCN-3 entsprechend der Nutzererfordernisse.

In diesem Beitrag wird auf wesentliche Elemente und Konzepte von TTCN-3 eingegangen. Darüber hinaus wird kurz auf Änderungen in TTCN-3 eingegangen, die in die aktuelle Version eingeflossen bzw. für die nächste Version in Planung sind.

### 2 Die wesentlichen Konzepte von TTCN-3

TTCN-3 ist die modernisierte Version der Testtechnologie TTCN zur Spezifikation und Implementierung von Tests. Sie unterstützt jegliche Art von Black-Box- und Grey-Box-Tests für reaktive, zentralisierte oder verteilte Systeme aus Telekommunikation, Mobilkommunikation, Informationstechnologie, eingebetteten Systemen, etc. Dabei unterstützt TTCN-3 verschiedene Arten von Tests wie funktionale Tests, Leistungstests, Skalierungstests, Interoperabilitätstests oder Konformitätstests.

TTCN-3 besteht aus einer textuellen Kernsprache mit einer Schnittstelle zu verschiedenen Datenbeschreibungssprachen wie z.B. dem für Kommunikationsprotokolle genutzten ASN.1 (Abstract Syntax Notation One). Gleichzeitig erlaubt TTCN-3 die Anbindung verschiedener, auch grafischer Präsentationsformate an die Kernsprache. So sind im gegenwärtigen TTCN-3-Standard zwei Präsentationsformate definiert: ein tabellennotiertes Format in Anlehnung an die TTCN-3-Vorgängerversionen, und ein grafisches Format, das Testverhalten in Form von Sequenzdiagrammen visualisiert. Durch diesen Ansatz ist TTCN-3 unabhängig von konkreten Anwendungen und damit universell einsetzbar.

In TTCN-3 existieren Konzepte, die die abstrakte Definition von Test Suites, die unabhängig von konkreten Implementierungen des zu testenden Systems und des Testsystems sind, unterstützen und damit die Fähigkeiten von Programmiersprachen wie Java oder C erweitern. Test Suites werden durch TTCN-3 Module (siehe Abb. 1<sup>1</sup>) und den darin enthaltenen Testfällen (abgeleitet von TAbstractFunction, siehe Abb.2) repräsentiert. Im

---

<sup>1</sup> Abb.1-3 zeigen Ausschnitte aus dem bei FOKUS in MOF entwickelten TTCN-3 Metamodell, welches nicht Bestandteil der TTCN-3 Standardserie ist, aber für die semantische Definition der TTCN-3 Konzepte genutzt wird und als Basis der Werkzeugentwicklung insbesondere im Kontext von Eclipse dient. Weitere Details sind in [7] gegeben.

Wesentlichen besteht ein TTCN-3 Module aus einem Deklarationsteil (TTDeclarationsInModule) und einem Ablaufteil (ebenso abgeleitet von TAbstractFunction, siehe Abb. 2). Während im Definitionsteil Testdaten, Testarchitekturen, Testverhalten und Testfälle definiert werden, erlaubt der Ablaufteil die Beschreibung der Abhängigkeiten zwischen den Testfällen eines Modules.

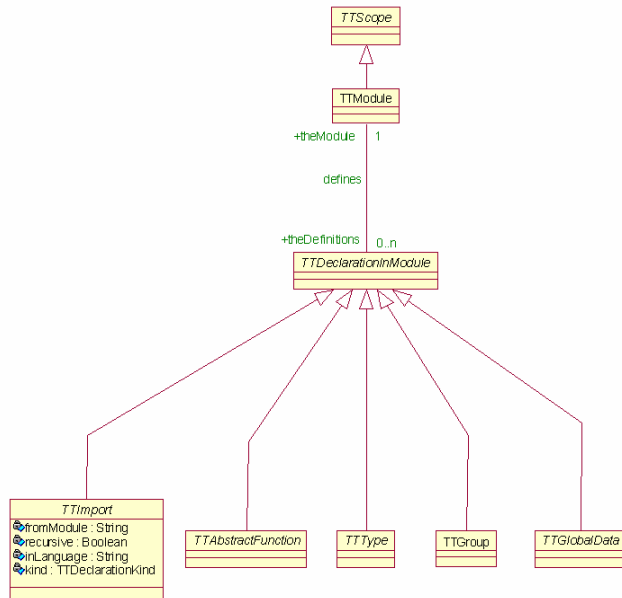


Abb. 1: Elemente von TTCN-3 Modulen

Wichtige Sprachmittel von TTCN-3 sind

- die abstrakte Beschreibung der Schnittstellen (vermittels TTTypes) zum zu testenden System, welche nachrichten-orientiert (zum Austausch von asynchronen Nachrichten) oder prozedural-orientiert (zum synchronen, auch entfernten Aufruf von Funktionen) sind
- die Möglichkeit der Beschreibung von Testdaten über Templates (als TTGlobalData) mit einer Vielzahl von Matching-Mechanismen
- Operationen (vermittels TAbstractFunction)
  - zur Beschreibung sequentiellen, alternativen, nebenläufigen und repetitiven Testverhaltens
  - zur dynamischen Verwaltung von verteilten Testkonfigurationen, z.B. zur Erzeugung und Terminierung von Testkomponenten und von Kommunikationskanälen
  - zur nachrichten-basierten und prozeduralen Kommunikation mit dem System unter Test (SUT) und zur Koordinierung und Synchronisation von Testkomponenten

- Strukturierungskonzepte für Module (TTImport) und Gruppen (TTGroup) zur Erhöhung der Lesbarkeit und Wiederverwendbarkeit von Testdefinitionen

Das Testverhalten wird in Form von Funktionen (siehe Abb.2), die parametrisiert werden können und einen Scope öffnen, definiert.

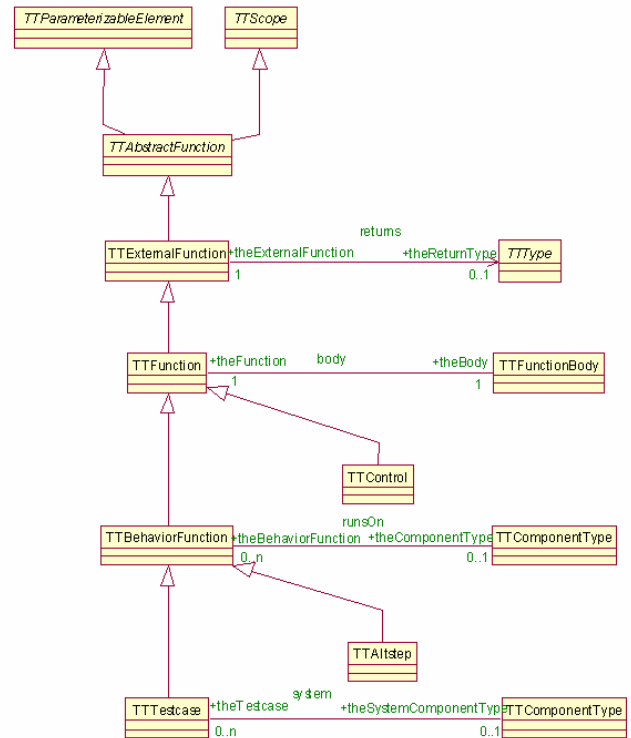


Abb. 2: Elemente von TTCN-3 Funktionen

TTCN-3 unterscheidet zwischen

- externen Funktionen (TExternalFunction), die zum Zugriff auf Funktionalitäten außerhalb von TTCN-3 oder aber außerhalb eines in TTCN-3 realisierten Testsystems dienen
- Funktionen zur Definition von Testverhalten (TFunction), wobei der Ablaufteil eines Modules (TControl) eine solche Funktion ist
- Verhaltensfunktionen (TBehaviorFunction) zur Definition von Testverhalten auf Testkomponenten, die über die runsOn Relation charakterisiert werden. Altsteps sind spezielle Verhaltensfunktionen, die im Kontext von alternativem Testverhalten bei der Beobachtung von Reaktionen der SUT genutzt werden
- Testfällen als spezielle Verhaltensfunktionen mit zusätzlicher Definition des zu testenden Systems (das über die system Relation charakterisiert wird). Zudem liefern Testfälle als Ergebnis immer eines der

Testergebnisse pass (für einen erfolgreichen Test), fail (für fehlerhaftes Verhalten der SUT), inconclusive (für Fälle, in denen weder pass noch fail bzgl. des überprüften Testziels eindeutig entschieden werden kann) und error (für Fehler, die im Testsystem selber aufgetreten sind)

Globale Daten (siehe Abb. 3) können in TTCN-3 in Form von

- Module Parametern (TTModuleParameter) zur Anpassung eines Moduls an den aktuellen Testkontext zur Testausführung
- Externen Konstanten (TTExternalConst) und Module Konstanten (TTConst) zur Definition von konstanten Werten, die außerhalb bzw. innerhalb des Moduls zur Verfügung gestellt werden)
- Templates (TTTemplate) zur Definition der Testdaten, die zur Stimulation und Beobachtung des zu testenden Systems genutzt werden

definiert werden.

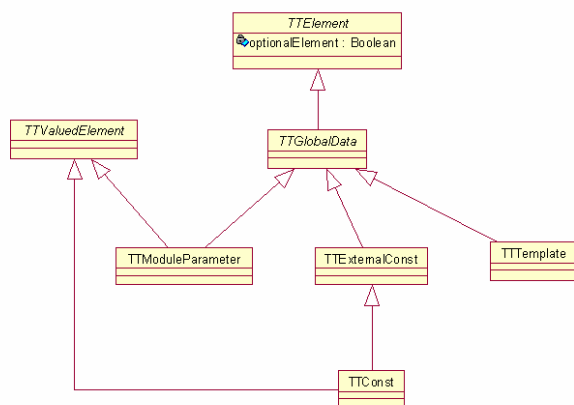


Abb. 3: Elemente von TTCN-3 Daten

An dieser Stelle sei für Details der angesprochenen Konzepte und weiterer Konzepte, die Syntax der TTCN-3 Kernsprache und Präsentationsformate auf den Standard verwiesen, welcher folgende Teile umfasst:

- Teil 1: TTCN-3 Kernsprache
- Teil 2: TTCN-3 Tabellarisches Präsentationsformat (TFT)
- Teil 3: TTCN-3 Graphisches Präsentationsformat (GFT)
- Teil 4: TTCN-3 Operationale Semantik
- Teil 5: TTCN-3 Runtime Interfaces (TRI)
- Teil 6: TTCN-3 Control Interfaces (TCI)

Zudem können in weiterführenden Papieren detaillierter Einführungen [2][4][8] und Beispiele [3][6][9]

nachgelesen werden. Aktuelle Informationen zum Standard und der TTCN-3 Technologie sind unter [www.etsi.org/ptcc/ptccttn3.htm](http://www.etsi.org/ptcc/ptccttn3.htm) und [www.testingtech.de/technology](http://www.testingtech.de/technology) verfügbar. Der Nutzerkreis von TTCN-3 diskutiert über die eMail-Liste [TTCN3@LIST.ETSI.ORG](mailto:TTCN3@LIST.ETSI.ORG) und trifft sich bei der TTCN-3 User Conference, wobei die erste dieser Konferenzen im Mai 2004 (siehe [www.ttcn-3.org](http://www.ttcn-3.org)) stattfand. Die zweite TTCN-3 User Conference ist für Juni 2005 bei ETSI, Sophia-Antipolis, Frankreich geplant.

### 3 Die Ausführungsschnittstellen

Die Anpassung einer abstrakten TTCN-3 Test Suite an eine konkrete Testplattform und an ein zu testendes System zwecks Testdurchführung erfolgt über zwei standardisierten Schnittstellen TRI (TTCN-3 Runtime Interface) und TCI (TTCN-3 Control Interface). Ziel dieser Schnittstellenbeschreibungen (siehe Abb. 4) ist die Gewährleistung einer einfachen und wiederverwendbaren Anpassung einer TTCN-3-Test Suite an gegebene Test-Infrastrukturen.

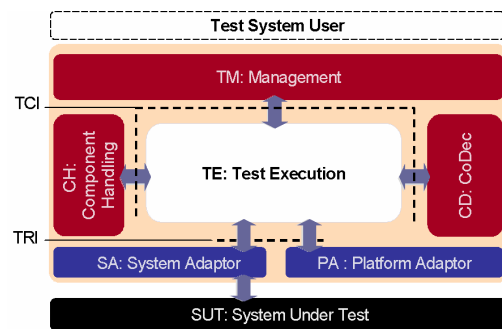


Abb. 4: TTCN-3 Ausführungsschnittstellen

Dabei definiert TRI im Wesentlichen die Anpassung an das zu testende System über

- den System Adaptor (SA) für die Kommunikationsschnittstellen und Kommunikation zwischen Testsystem und zu testendem System und
- den Platform Adaptor (PA) zur Implementierung von Timer-Operationen und externen Funktionen.

Dagegen realisiert TCI Schnittstellen zur Anpassung an das Testsystem/die Testplattform und bietet

- das Test Management (TM) zur Interaktion zwischen Nutzer und Testsystem während der Ausführung von TTCN-3 Tests
- das Component Handling (CH) zur Verteilung und Steuerung von Testkomponenten und zur Kommunikation zwischen Testkomponenten
- das Coding (CD) zum Enkodieren und Dekodieren von Testdaten.

Typischerweise werden die Realisierung von TCI-TM, TCI-CH und TRI-PA aus einer TTCN-3 Werkzeugumgebung wiederverwendet, während TCI-CD und TRI-SA entsprechend der Test Suite und dem zu testenden System angepasst werden. Dabei kann aber oftmals von existierenden TCI-CD und TRI-SA Adaptoren abgeleitet werden.

#### 4 Der Import von externen Daten

TTCN-3 erlaubt den Import von externen Daten, die beispielsweise die Schnittstellen und Datenformate des zu testenden Systems definieren. Dieser Import kann sowohl explizit über einen vorgeschalteten separaten Transformationsschritt von den Daten nach TTCN-3 oder aber implizit über ein import innerhalb eines TTCN-3 Moduls erfolgen. Dabei sind Abbildungen für

- Die Abstract Syntax Notation One (ASN.1) – eine in der Telekommunikation verwendete Datendefinitionssprache für Protokolle und Dienste und
- Die Interface Definition Language (IDL) – eine für objekt- und komponentenbasierte Softwaresysteme genutzte Schnittstellendefinitionssprache

Definiert worden. Eine Abbildung für Schemata der Extended Markup Language (XML) ist in Erarbeitung. Weitere Abbildungen können je nach Bedarf eines Nutzers hinzugefügt werden.

#### 5 Ausblick

Werkzeuge für TTCN-3 werden mittlerweile von verschiedenen Herstellern wie z.B. Testing Technologies IST, Telelogic, Danet und Da Vinci Communications angeboten. Werkzeuge sind in diesem Zusammenhang Editoren für den textuellen oder grafischen Entwurf von Tests, Compiler zur Transformation einer abstrakten TTCN-3-Test Suite in eine ausführbare Test Suite auf Basis einer gegebenen Programmiersprache (zumeist Java, C++ oder C) sowie Testmanagement-Werkzeuge zur Ausführung der Tests. Testgerätehersteller wie z.B. Navtel und Alcatel bieten schon heute TTCN-3-basierte Lösungen an. Hersteller wie Nokia, Ericsson, Siemens, Daimler-Chrysler haben in Pilotprojekten erfolgreich TTCN-3 basierte Tests aufgesetzt und teilweise TTCN-3 in den Wirkbetrieb eingeführt.

TTCN-3 ist ein bei ETSI kontinuierlich gepflegter Standard. Jeder Nutzer kann über den Change Request (CR) Prozedur Vorschläge zur Verbesserung von TTCN-3 einreichen, die durch das TTCN-3 Maintenance Team bearbeitet werden. Für die Version 2.2.1 von TTCN-3 wurden ca. 200 CRs – im Wesentlichen Korrekturen und Klarstellungen – bearbeitet. Für die Version 3.1.1 stehen ca. 100 CRs an, darunter werden neue Konzepte wie für Realzeit- und Leistungserweiterungen, externe

Applikationen, wohldefiniertes Logging und abstrakte Koordinierungsmechanismen zwischen Testkomponenten vorgeschlagen. Welche dieser Erweiterungen in die Sprache übernommen werden, ist noch nicht entschieden. Jedoch wird im Zuge dieser Erweiterung TTCN-3 weiter strukturiert werden, um die Kernsprache stabil zu halten und Erweiterungen in optionalen Packages definieren zu können. Auch die Abbildungen von externen Daten nach TTCN-3 werden dann zu diesen optionalen Packages gehören.

#### Literatur

- [1] ETSI: The Testing and Test Control Notation TTCN-3, Part 1-6: ETSI ES 201873-1 bis ETSI ES 201873-6, V2.2.2, Oct. 2003.
- [2] J. Grabowski, D. Hogrefe, G. Rethy, I. Schieferdecker, A. Wiles, C. Willcock: An Introduction into the Testing and Test Control Notation (TTCN-3). - Computer Networks Journal, Vol.42, Issue 3, 2003
- [3] I. Schieferdecker, S. Pietsch, T. Vassiliou-Gioles: Systematic Testing of Internet Protocols - First Experiences in Using TTCN-3 for SIP. 5th IFIP Africom Conference on Communication Systems, Cape Town, South Africa, May 2001.
- [4] I. Schieferdecker, T. Vassiliou-Gioles: Realizing distributed TTCN-3 test systems with TCI, IFIP 15th Intern. Conf. on Testing Communicating Systems - TestCom 2003, Cannes, France, May 2003.
- [5] T. Vassiliou-Gioles, G. Din, I. Schieferdecker: Execution of External Applications using TTCN-3. IFIP 16th Intern. Conf. on Testing Communicating Systems - TestCom 2004, St Anne's College, Oxford, United Kingdom, March 2004.
- [6] I. Schieferdecker: System-Level Tests with TTCN-3.- Proc. Of World Conference on Integrated Design and Process Technology, IDPT, Austin, Texas, Dec. 2003.
- [7] I. Schieferdecker, G. Din: A Metamodel for TTCN-3, Akzeptiert für 1st International Workshop on Integration of Testing Methodologies (ITM 2004), Oct. 2004, Toledo, Spain, colocated Workshop of 24th IFIP Intern. Conf. On Formal Techniques for Networked and Distributed Systems FORTE 2004, Sept. 2004, Madrid, Spain.
- [8] I. Schieferdecker, T. Vassiliou-Gioles: Sicher wie ein Telefon - TTCN-3: Eine neue Testmethode für IT-Systeme. - iX 11/01, Seite 56 ff, 2001.
- [9] I. Schieferdecker, B. Stepien: Automated Testing of XML/SOAP based Web Services, 13. Fachkonferenz der Gesellschaft für Informatik (GI) Fachgruppe "Kommunikation in verteilten Systemen" (KiVS), Leipzig, 26.-28. Febr. 2003.