

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 73 (1995)

**Heft:** 9

**Artikel:** Vekürzt die Systemintegration

**Autor:** Joss, Marcel

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-875983>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# VERKÜRZT DIE SYSTEMINTEGRATION

Der Mobile Traffic Simulator (MTS) ist ein spezieller Verkehrssimulator für das Natel-D/GSM-Netz, welcher für die Funktionsprüfung von Netzelementen dient. Er wird am A<sub>bis</sub>-Interface an den Base Station Controller (BSC) angeschlossen und simuliert ein Basisstationsnetz von vier Stationen und bis zu 100 mobilen Teilnehmern.

eingetragen, wenn sie störungsfrei funktioniert.

Eine solche Systemintegration umfasst Prüfungen, welche Informationen über das korrekte Funktionieren und die Stabilität der eingebrachten Software geben sollen. Akzeptanztests, wie man sie bei einer Systemintegration durchführt, sind in *Tabelle 1* aufgeführt. Die Art der Prüfun-

In einem modernen Mobilkommunikationsnetz, wie im Natel-D/GSM-Netz, sind die verwendeten rechnergesteuerten Vermittlungszentralen komplexe Realtime-Multitasking-Sy-

MARCEL JOSS, BERN

steme. Die meisten Funktionen einer solchen Zentrale sind als Software implementiert. Dies hat den Vorteil, dass für die Einführung neuer Telekommunikationsdienste und Netzfunktionen oft keine zusätzlichen Hardware-Ausrüstungen mehr erforderlich sind.

## Wozu ein Verkehrssimulator?

Bedingt durch die schnelle Entwicklung neuer Dienste und durch notwendige Programmkorrekturen, werden im Schnitt halbjährlich grössere Software-Updates in den Vermittlungssystemen eingeführt. Die Zentralensoftware ist jedoch oftmals mit Fehlern behaftet, so dass die Risiken, ein Softwarepaket direkt im operativen Netz einzuführen, zu gross sind. Verfügbarkeit und Dienstqualität würden leiden. Deshalb wird neue Software in einem Versuchsnetz getestet und erst dann im operativen Netz

### ◆ Conformance Test

Ein Protokoll wird gemäss den Spezifikationen, zum Beispiel den GSM Recommendations, überprüft. Als Hilfsmittel werden Protokollanalyser, Conformance-Tester usw. verwendet.

### ◆ Interworking Test

Mit diesem Test wird die Zusammenarbeit zweier Netzelemente auf Protokollebene untersucht, oder ein Netzelement setzt einen Signalisierungsfluss von einem Protokolltyp in einen anderen um. Die Zusammenarbeit oder Umsetzung muss gemäss Spezifikationen erfolgen.

### ◆ Functional Test

Die Systemfunktionen und Dienste werden in einer «Black box»-Manner, meistens aus der Sicht der Benutzer, getestet. Die benötigten Testmittel sind normale Mobilgeräte, Testmobilgeräte und Simulatoren.

### ◆ Performance Test

Mit diesen Tests werden die «Quality-of-Service»-Parameter, wie z. B. Reaktionszeiten, überprüft. Als Prüfgeräte dienen Protokollanalyser und Verkehrssimulatoren.

### ◆ Stress and negative Testing

Es wird die Robustheit des Systems überprüft. Nach einem Systemrestart sollten z. B. die Funkzellen wieder betriebsbereit sein.

### ◆ Stability Test

Bei diesem Test versucht man den echten Betrieb zu simulieren, indem man mit Generatoren Verkehr erzeugt. Dabei wird das System möglichst umfangreich auf allfällige Unregelmässigkeiten überwacht. Diese Tests dauern mehrere Tage.

Tabelle 1. Prüfungen bei einer Systemintegration.



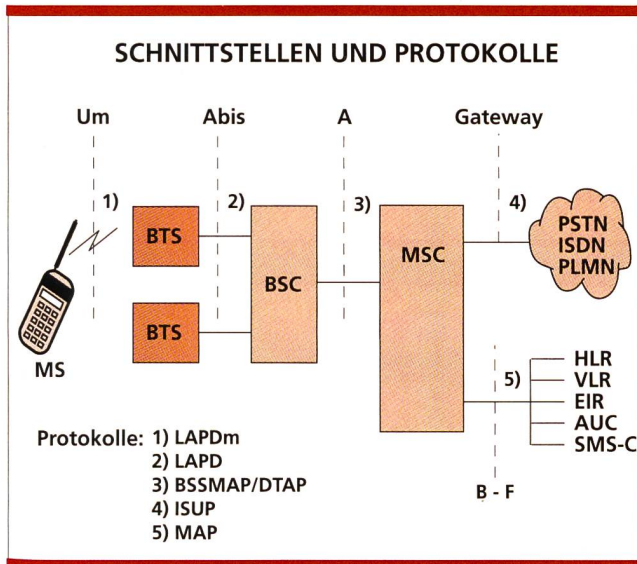


Bild 1. Schnittstellen und Protokolle im GSM-Netz. AUC: Authentication Centre; BSC: Base Station Controller; BTS: Base Transceiver Station; EIR: Equipment Identity Register; GSM: Global System for Mobile Communication; HLR: Home Location Register; ISDN: Integrated Services Digital Network; MS: Mobile Station; MSC: Mobile Switching Centre; PLMN: Public Land Mobile Network; PSTN: Public Switched Telephone Network; SMS-C: Short Message Service Centre; VLR: Visitor Location Register.

lich an jeder Schnittstelle in das Netz einfügen. Die Wahl der Schnittstelle richtet sich daher nach den Funktionen, die man testen will, und nach der Vollständigkeit der Informationen über das verwendete Protokoll. In Tabelle 2 sind die testbaren Funktionen für die Schnittstellen A, Abis und Um zusammengestellt. Für den MTS wurde das Abis-Interface ausgewählt, weil hier alle relevanten GSM-Funktionen, alle Basisdienste wie auch alle Zusatzdienste, simuliert werden können. Ein Beispiel für einen Prüfaufbau während eines Stabilitätstests für eine neue Basisstations-Controller-Software ist in Bild 2 dargestellt.

### Aufbau der Simulator-Software

Der MTS am Abis-Interface simuliert ein GSM-Mobilnetz mit Mobilstationen und den Basisstationen. Er wurde so ausgelegt, dass er die Teilnehmer und das Basisstationsnetz mit je einem unabhängigen Prozess nachbildet. Weitere Prozesse steuern die Simulation und die Benutzerschnittstelle. In Bild 3 ist ein vereinfachtes Prozessmodell des Verkehrssimulators dargestellt.

Der Prozess für die BTS kommuniziert über 2-MBit/s-Verbindungen mit dem BSC. Er simuliert ein Netz mit bis zu vier unabhängigen BTS-Standorten. Der Zustand der simulierten Hardware wird der Simulationssteuerung mitgeteilt. Damit hat man zu jeder Zeit einen Überblick, welche Teile der Basisstationen vom BSC benutzt werden. Im weiteren verarbeitet der BTS-Simulator die Signalisiermeldungen, welche von den Mobilteilnehmern kommen. Diese Teilnehmer erzeugen einen Verkehr nach einem ausgewählten Verkehrsmodell. Es

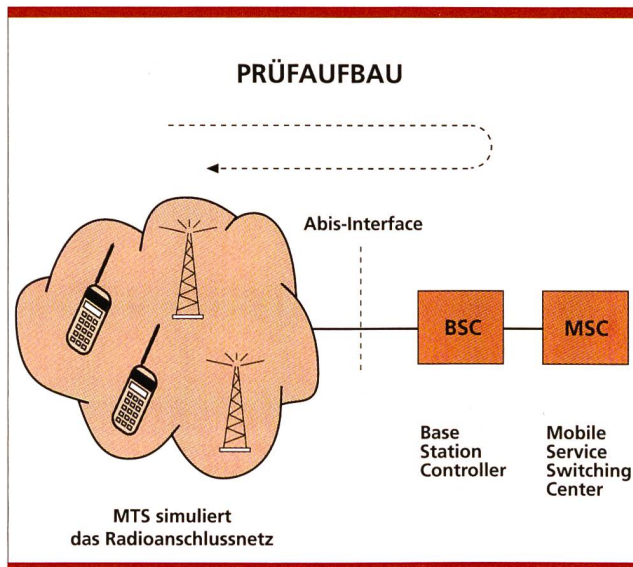


Bild 2. Prüfaufbau mit dem Mobile Traffic Simulator (MTS).

gen ist bei jeder Systemintegration die gleiche. Bei der Sektion Mobile Kommunikation FE42 wurde daher für das Verifizieren der wichtigsten GSM-Netzfunktionen wie das Call Handling, das Mobility Management und das Handover ein *Mobile Traffic Simulator (MTS)* gebaut. Dies ist ein spezieller Verkehrssimulator, mit welchem sich die wichtigsten Netzfunktionen tausendfach über eine längere Zeit automatisch prüfen lassen.

## Der Mobile Traffic Simulator (MTS)

### Wahl der Schnittstelle

Bild 1 zeigt die physikalische Architektur eines GSM-Netzes. Zwischen den

einzelnen Netzelementen (BTS, BSC, MSC usw.) werden die Schnittstellen mit Buchstaben bezeichnet. Einen Netzsimulator kann man grundsätz-

Funktion	A	Interface Abis	Um
Radio Resource Management		●	●
Intra – BTS Handover		●	(●)
Intra – BSC Handover		●	
Inter – BSC Handover	●	●	
Inter – MSC Handover	●	●	
Mobility Management	●	●	
Call Handling	●	●	●
Service Management	●	●	●

Tabelle 2. Testbare Funktionen an den Schnittstellen des Radio-Anschlussnetzes.



können bis zu 100 Mobilstationen für die Simulation freigegeben werden. Für jeden Mobilteilnehmer werden die Verbindungsdaten mit individuellen Statistikzählern erfasst.

Um den Protokoll-Stack auf dem Abis-Interface möglichst echt nachzubilden, sind die einzelnen Protokollschichten im BTS-Prozess und im Mobilteilnehmer-Prozess als ereignisgesteuerte *State-Machines* implementiert. Ein vereinfachtes Beispiel für eine derartige State-Machine ist in Bild 4 dargestellt. Es handelt sich um die State-Machine für die Kommunikations-Managementschicht in der Mobilstation. Solche State-Machines basieren auf dem Konzept, dass sich eine Funktion durch eine begrenzte Anzahl Zustände beschreiben lässt. Die Funktion verharrt in einem solchen Zustand, bis das Ereignis eintritt, welches die Funktion in einen neuen Zustand überführt. Dann werden die zugehörigen Aktionen ausgeführt und die Funktion wartet im neuen Zustand auf das nächste Ereignis. All diese State-Machines arbeiten im MTS unabhängig und enthalten auch die verschiedenen GSM-Timerfunktionen. Für die erste Phase des MTS wurden all jene Funktionen implementiert, die für den Telefoniedienst notwendig sind. Im weiteren werden auch GSM-typische Funktionen, wie das Authentifizieren und das Handover, unterstützt. In Tabelle 3 sind die wich-

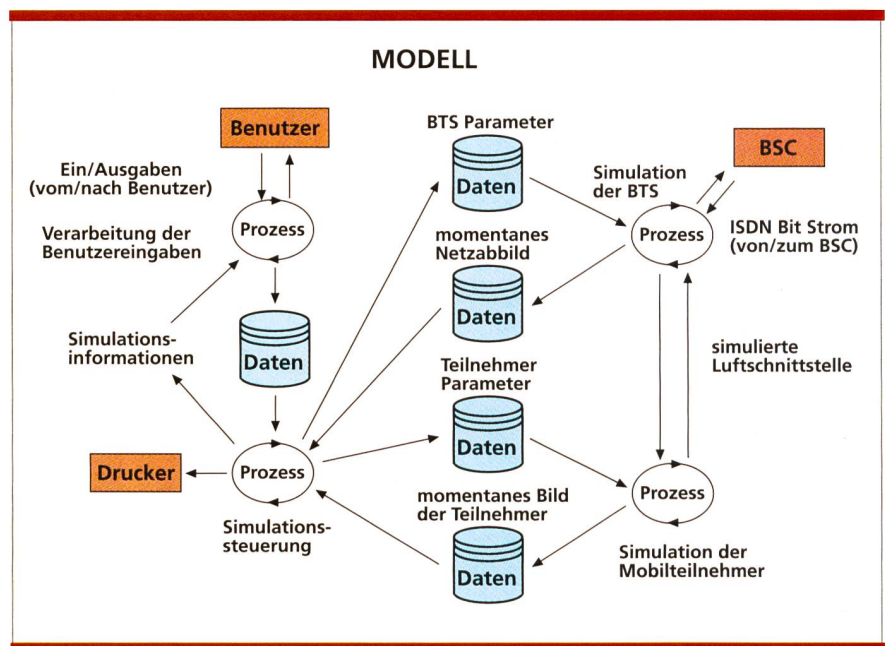


Bild 3. Vereinfachtes Prozessmodell des MTS.

tigsten Leistungsmerkmale des Simulators zusammengestellt.

## Implementation des MTS

### Welche Hardware ist erforderlich?

Die Hardware für das Zielsystem wurde so ausgewählt, dass keine Zusatzentwicklungen notwendig wurden.

Verwendet wird ein normaler Industrie-PC mit einem Intel-486-Prozessor. Die Schnittstellen zum BSC sind käufliche 2-Mbit/s-ISDN-Karten, auf denen die Layer-1 und Teile der Layer-2-LAPD-Protokollfunktionen hardwaremässig implementiert sind. Möchte man eine andere Hardware anstelle der verwendeten Interface-Karten einsetzen, so kann das entsprechende MTS-Treibermodul ersetzt werden. Somit ist eine Flexibilität für zukünftige Hardware-Anforderungen gegeben.

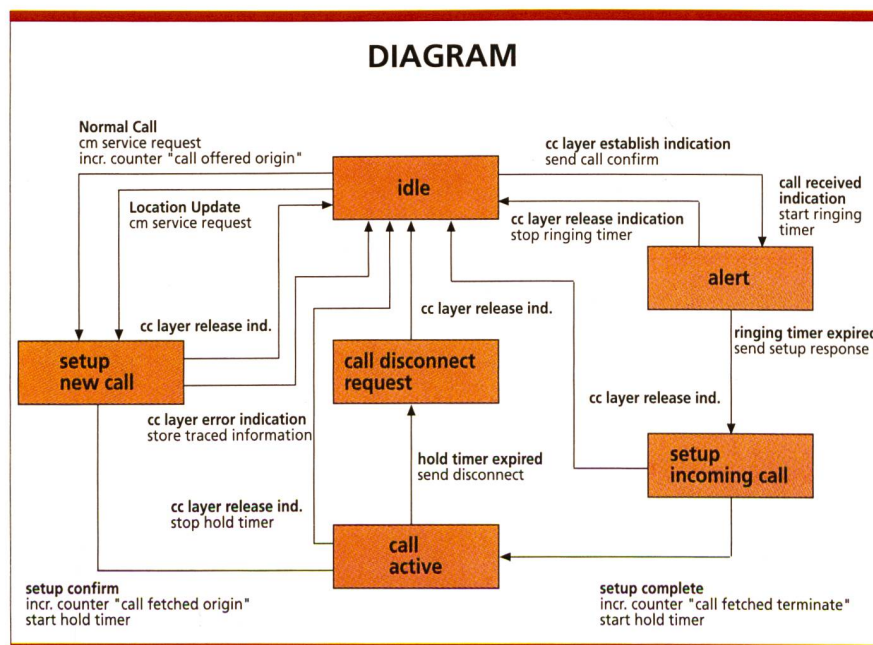


Bild 4. State-Transition-Diagramm für das Kommunikations-Management.

### Betriebssystem und Benutzeroberfläche

Damit die einzelnen State-Machines unabhängig voneinander abgearbeitet werden können, wird vom Betriebssystem Echtzeitverhalten und Multitasking verlangt. Deshalb ist der MTS unter DOS nicht lauffähig, und es muss vorgängig das Echtzeit-Betriebssystem iRMX<sup>®</sup> von Intel installiert werden. Unter iRMX<sup>®</sup> kann das normale DOS mit Windows als eigenständiger Task laufen. Da die Komplexität von Verkehrssimulatoren im gleichen Masse zunimmt wie die Komplexität der Netze, die sie simulieren, ist die einfache Bedienung

<sup>1</sup> iRMX<sup>®</sup> ist eine registrierte Handelsmarke von Intel Corporation



des Simulators sehr wichtig. Es muss möglich sein, den Simulator auch nach längeren Unterbrüchen ohne lange Lernphase wieder zu benutzen. Dies wurde mit einer entsprechend gestalteten grafischen Oberfläche ermöglicht (Bild 5). Da man auf dem Zielrechner Windows unter DOS zur Verfügung hat, konnte man für die Entwicklung dieser Oberfläche bekannte Werkzeuge wie die Toolbox von Borland C++ benutzen.

## MTS – ein zukunfts-gerichtetes Konzept

Mit der ersten Phase des MTS wurde die Signalisierung für den Sprachdienst und Funktionen für die Authentifizierung und das Handover implementiert. Der Simulator wird mit seinen heutigen Funktionen vor allem bei Stabilitätstests für die Verkehrserzeugung eingesetzt. Das modulare Konzept des MTS ermöglicht jedoch die Entwicklung von weiteren Applikationen. So könnte eine weitere Anwendung für das Prüfen von GSM-Telediensten (Short Message Service, Supplementary Services usw.) während der «Functional Tests» die Funktionen des heutigen Simulators nutzen. Eine weitere Anwendung wäre das gezielte Simulieren von Hard-

Prozess	Leistungsmerkmale
Basisstation	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bis zu vier unabhängige BTS mit je bis zu 2 Transceiver werden über eine 2-Mbit/s-Leitung an das BSC angeschlossen.</li> <li>● Simulierte Hardware entspricht der BTS RBS200 von Ericsson.</li> <li>● Jede Hardware-Baugruppe wird mit einer eigenen State-Machine nachgebildet.</li> <li>● Protokoll-Layer als unabhängige State-Machines implementiert.</li> </ul>
Teilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bis zu 100 Mobilteilnehmer werden simuliert.</li> <li>● Teilnehmer können Anrufe erzeugen oder beantworten.</li> <li>● Ein einfaches Handover-Szenario wird unterstützt.</li> <li>● Location Updating, Authentifizierung und TMSI werden unterstützt.</li> <li>● GSM-Protokoll-Layers RR, MM und CC sind als unabhängige State-Machines mit den entsprechenden GSM-Timern implementiert.</li> </ul>
Simulations-Steuerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 6 verschiedene Verkehrsmodelle.</li> <li>● Errorlog-File für fehlerhafte Verbindungen.</li> <li>● Zähler für Verbindungsdaten.</li> </ul>
Benutzer-Interface	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Grafische Benutzeroberfläche unter Windows.</li> <li>● Measurement-Report-Generator für die Modellierung einer Radioumgebung pro BTS für das Handover-Szenario.</li> </ul>

Tabelle 3. Leistungsmerkmale des MTS.

wareausfällen im Basisstationsnetz oder das Verletzen von Protokollabläufen, um so das *Fault Handling*

in den Netzelementen BSC, MSC und OMC während der «Stress-Tests» zu überprüfen.

Da die zu überprüfenden Funktionen in den heutigen Kommunikationsnetzen dauernd umfangreicher werden, sind Hilfsmittel wie Simulatoren immer wichtiger. Sie erledigen die Prüfaufgaben selbständig und helfen so, die Zeit für die Systemintegration zu verkürzen.

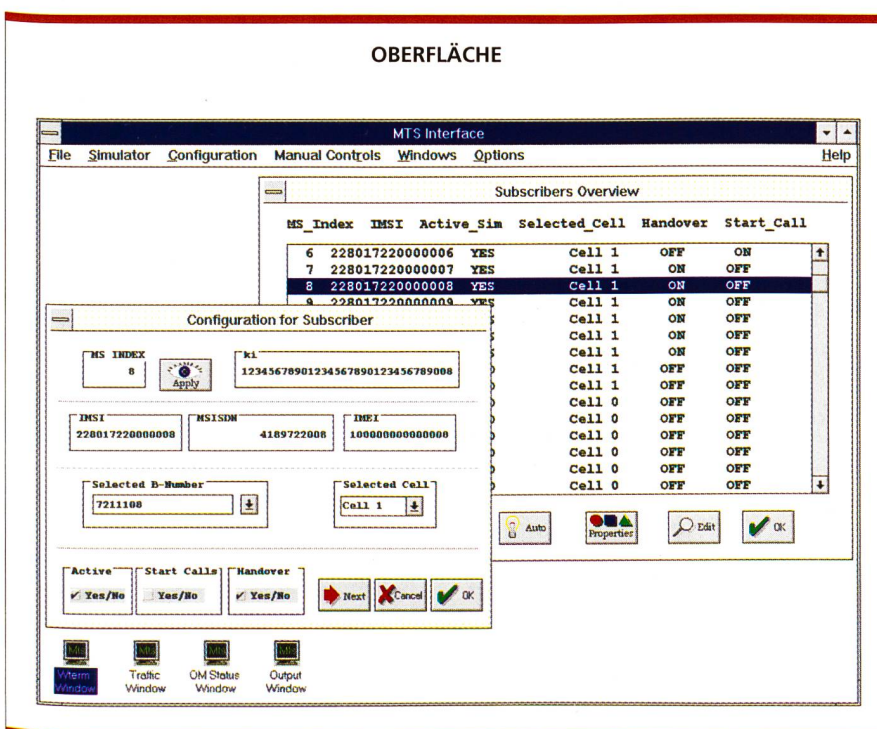


Bild 5. Benutzeroberfläche des Simulators.

**Marcel Joss** schloss das Studium als El.-Ing. HTL im Jahre 1986 ab. Anschliessend arbeitete er als Entwickler auf dem Gebiet der PCM-Audiotechnik bei der Firma Studer Revox AG. Nach Abschluss des Nachdiplomstudiums in Systemtechnik kam er 1990 zur TD Thun, wo er als Sektorleiter im Vermittlungsdienst arbeitete. Seit 1993 ist er als Systemingenieur bei der Telecom PTT Direktion Forschung und Entwicklung, Sektion Mobile Kommunikation, hauptsächlich im Bereich der GSM-Systemintegration tätig.