

Projekt DB01/97

ETCS Phase I

Projekt- dokumentation

**Modellbildung, Simulation und
Schnittstellenbetrachtung**

Band 1

bearbeitet im Auftrage der DB-AG München

Projektleitung:
Dipl.-Ing. M. Meyer zu Hörste

Braunschweig, Dezember 1997

**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
BRAUNSCHWEIG**

**Institut für Regelungs- und
Automatisierungstechnik**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. E. Schnieder

Langer Kamp 8
38106 Braunschweig

Postfach 3329
38023 Braunschweig

Telefon 0531 / 391-3317
Telefax 0531 / 391-5197

Technische Universität Braunschweig Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik	
Zeichen:	IfRA / TUBS
Dokument:	leer_bd1
Stand:	16.12.97 12:20
Bearbeitung:	Dipl.-Ing. M. Chouikha Dipl.-Ing. S. Einer Dipl.-Ing. (FH) B. Erdmann Dipl.-Ing. U. Frey Dipl.-Ing. E. Hemmi Dipl.-Inform. L. Jansen Dipl.-Ing. M. Meyer zu Hörste Dipl.-Ing. M. Reimann Dipl.-Ing. H.-M. Schulz Dipl.-Ing. M. Seefeldt
Adresse:	Langer Kamp 8 D-38106 Braunschweig
Telefon:	+49 (0) 531 / 391 - 3331
Telefax:	+49 (0) 531 / 391 - 5197

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG.....	3
1.1 EINFÜHRUNG.....	3
1.2 ÜBERSICHT.....	4
2 ALLGEMEINE ZIELE DER MODELLIERUNG UND SIMULATION / PROBLEMSTELLUNG.....	5
2.1 GRUNDLEGENDE BETRACHTUNGEN.....	5
2.2 AUFGABE.....	5
2.3 ZIEL.....	5
2.4 ERGEBNIS.....	5
3 MODELLIERUNG.....	7
3.1 NETZE.....	7
3.1.1 Netzlogik	7
3.1.2 Netzstruktur.....	7
3.1.3 Prozeßnetze	7
3.1.4 Szenario-Netze.....	8
3.1.5 Funktions-Netze.....	9
3.2 NOTATION.....	10
3.3 NUMMERNSCHLÜSSEL	12
4 SIMULATION.....	15
5 ANALYSE.....	17
5.1 GRUNDLEGENDE BETRACHTUNGEN.....	17
5.2 PROBLEMSTELLUNG.....	17
5.2.1 Aufgabe	18
5.2.2 Zielsetzung	18
5.3 LÖSUNGSANSATZ	19
5.3.1 Voraussetzungen und Annahmen	19
5.3.2 Lösungsalternativen	19
5.4 ERGEBNISSE.....	20
5.4.1 Erreichbarkeitsgraph.....	20
5.4.2 Platz- und Transitionsvarianten.....	21
5.4.3 Übertragung der Ergebnisse auf ETCS (Beispiele)	21

6 ÜBERBLICK ÜBER DAS GESAMTMODELL UND SEINE UMWELT	23
6.1 GRUNDLEGENDE BETRACHTUNG.....	23
6.2 VORGEHENSWEISE.....	23
6.2.1 Voraussetzungen und Annahmen	23
6.2.2 Lösungsansätze	24
6.3 ERGEBNIS.....	24
6.3.1 Modellbildung	24
7 MODELLIERUNG ONBOARD	25
7.1 GRUNDLEGENDE BETRACHTUNG.....	25
7.2 VORGEHENSWEISE.....	25
7.2.1 Aufgabe	25
7.2.2 Ziel.....	25
7.2.3 Voraussetzungen und Annahmen	26
7.2.4 Lösungsansätze	26
7.3 ERGEBNIS.....	26
7.3.1 Modellbildung	26
7.3.2 Netze	31
7.3.3 Dekompogramm	210

Verzeichnis der Netze der Modellierung Onboard

□ I ONBOARD - INTERFACE LAYER	32
□ I.1 ONBOARD TEST ENVIRONMENT - TIU INTERFACE	34
□ I.2 ONBOARD TEST ENVIRONMENT - MMI INTERFACE	35
□ I.3 ONBOARD TEST ENVIRONMENT - ODOMETER INTERFACE	36
□ I.4 ONBOARD TEST ENVIRONMENT - RBC INTERFACE	38
□ I.5 ONBOARD TEST ENVIRONMENT - BALISE INTERFACE	39
□ A ONBOARD - APPLICATION LAYER.....	40
□ A.1 PREPROCESS TELEGRAMS FROM TIU	42
□ A.2 POSTPROCESS TELEGRAMS TO TIU	44
□ A.3 PREPROCESS TELEGRAMS FROM MMI	46
□ A.4 POSTPROCESS TELEGRAMS TO MMI	48
□ A.5 PREPROCESS TELEGRAMS FROM ODOMETER	49
□ A.7 PREPROCESS TELEGRAMS FROM RBC	50
□ A.8 POSTPROCESS TELEGRAMS TO RBC.....	52
□ A.9 PREPROCESS TELEGRAMS FROM BALISE	54
□ A.9.1 SUPERVISE LINKING INFORMATION.....	56
□ 0 ONBOARD - PROCESS MODEL	58
□ 1 SWITCH ON/OFF	60
□ 1.1 POWER ON/OFF.....	62
□ 1.1.1 POWER UP/DOWN.....	64
□ 1.2 START UP - SELF TEST	66
□ 1.3 AWAKENING USING INFORMATION IN SAFETY.....	68
□ 2 RUNNING LEVEL 0	70
□ 2.1 EXIT FROM LEVEL 0.....	72
□ 2.1.1 EXIT FROM LEVEL 0 TO LEVEL 1	74
□ 2.1.2 EXIT FROM LEVEL 0 TO LEVEL 2/3	76

□ 2.2 DATA ENTRY IN AN AREA NOT COVERED BY RADIO (LEVEL 0).....	78
#.....	79
□ 3 RUNNING LEVEL 1	80
□ 3.1 DATA ENTRY IN AN AREA NOT COVERED BY RADIO (LEVEL 1).....	82
□ 3.2 SHUNTING LEVEL 1	84
□ 3.4 NORMAL RUNNING LEVEL 1.....	86
□ 3.6 EXIT FROM LEVEL 1.....	88
□ 3.6.1 EXIT FROM LEVEL 1 TO LEVEL 0	90
□ 3.6.3 EXIT FROM LEVEL 1 TO LEVEL 2/3	92
□ 4 RUNNING LEVEL 2/3	94
□ 4.1 DATA ENTRY IN AN AREA COVERED BY RADIO	96
□ 4.1.1 DATA ENTRY IN AN AREA COVERED BY RADIO - DRIVER FIRST SELECTS DATA ENTRY	98
□ 4.1.3 DATA ENTRY IN AN AREA COVERED BY RADIO - RBC FIRST SENDS TRAIN DATA OR NO TRAIN DATA	102
□ 4.1.4 DATA ENTRY IN AN AREA COVERED BY RADIO - DATA ENTRY CYCLE UNTIL RBC AGREES WITH TRAIN DATA.....	104
□ 4.1.5 DATA ENTRY IN AN AREA COVERED BY RADIO - REQUEST MA AFTER FINISH OF DATA ENTRY	106
□ 4.1.6 DATA ENTRY IN AN AREA COVERED BY RADIO - CONTROL SELECTION OF TRAIN, PARTIAL SUPERVISION, SHUNTING, NON LEADING	108
□ 4.4 MANAGE EMERGENCIES AND REVOCATIONS	110
□ 4.4.1 EMERGENCY ALERT AND REVOCATION	112
□ 4.4.2 EMERGENCY STOP (TIME CRITICAL) AND REVOCATION.....	114
□ 4.4.3 EMERGENCY STOP (SPACE CRITICAL) AND REVOCATION	116
□ 4.4.3.1 REVOCATION OF EMERGENCY STOP (SPACE CRITICAL)	118
□ 4.4.4 EMERGENCY MESSAGE GENERATED BY THE TRAIN	120
□ 4.9 EXIT FROM LEVEL 2/3.....	122
□ 4.9.1 EXIT FROM LEVEL 2/3 TO LEVEL 0	124

❑ 4.9.3 EXIT FROM LEVEL 2/3 TO LEVEL 1	126
❑ 4.10 NORMAL RUNNING LEVEL 2/3	128
❑ 5 GLOBAL FUNCTIONS	130
❑ 5.1 SPEED CALCULATION AND SUPERVISION	132
❑ 5.1.1 RECEIVE AND CALCULATE SSPS	134
❑ 5.1.2 RECEIVE MA	136
❑ 5.1.2.1 MANAGE MA FOR EMERGENCY REVOCATION	138
❑ 5.1.2.2 CHECK MA	140
❑ 5.1.3 SSP COMBINATION AND COMPENSATION	142
❑ 5.1.4 DSP CALCULATION	144
❑ 5.1.4.1 MANAGE DSPS OF NORMAL MA	146
❑ 5.1.4.2 MANAGE DSPS OF EMERGENCY MA	148
❑ 5.1.5 SPEED SUPERVISION	150
❑ 5.1.5.1.1 WARNING CURVE ALGORITHM	154
❑ 5.1.5.2 SUPERVISE SERVICE BRAKE INTERVENTION CURVE	156
❑ 5.1.5.2.1 SERVICE BRAKE INTERVENTION CURVE ALGORITHM	158
❑ 5.1.5.2.2 MANAGE SERVICE BRAKE RELEASE RELATED CONDITIONS	160
❑ 5.1.5.3 SUPERVISE EMERGENCY BRAKE INTERVENTION CURVE	162
❑ 5.1.5.3.1 EMERGENCY BRAKE INTERVENTION CURVE ALGORITHM	164
❑ 5.1.5.3.2 MANAGE EMERGENCY BRAKE RELEASE RELATED CONDITIONS	166
❑ 5.1.6 MA REQUEST PARAMETER AND CURVE	168
❑ 5.1.6.1 SUPERVISE MA REQUEST CURVE	170
❑ 5.1.7 SUPERVISE MA TIME OUT	172
❑ 5.2 GLOBAL DATA AND TEST FUNCTIONS	174
❑ 5.2.1 SUPERVISE EXTERNAL (TIU) DEVICE STATES	176
❑ 5.3 DATA EXCHANGE WITH EXTERNAL MODULS	178
❑ 5.3.1 JURIDICAL RECORDINGS	180

❑ 5.3.2 PREPROCESS BRAKE COMMANDS	182
❑ 5.3.2.1 SUPERVISE BRAKE SYSTEM.....	184
❑ 5.3.2.2 SEND BRAKE COMMANDS	186
❑ 5.3.2.3 RECEIVE BRAKE COMMANDS FROM INTERNAL BUS	188
❑ 5.4 CONTROL FUNCTIONS.....	190
❑ 5.4.1 ISOLATION PROCEDURE.....	192
❑ 5.4.3 TRAIN INTEGRITY FROM TIU/MMI	194
❑ 5.4.4 VIGILANCE CONTROL	196
❑ 5.5 BALISE RELATED FUNTIONS	198
❑ 5.5.1 PROCESSING LINKING AND AUXLINK INFORMATION.....	200
❑ 5.5.2 MANAGE REACTION FOR BALISE ERROR	202
❑ 5.6 ACTION DEPENDING ON LOCATION/TIME	204
❑ 5.6.2 TRAIN LOCATION SENDING	206
❑ 5.6.2.1 SEND AT SPECIAL MOMENT / LOCATION	208

Vorwort

Das Projekt ETCS wurde im Auftrag der Deutschen Bahn AG bearbeitet. Ziel war es, beispielhaft an der Spezifikation eines zukünftigen europäischen Eisenbahnleitsystems nicht nur die statische Struktur, sondern auch das dynamische Verhalten zu beschreiben.

Durch den Einsatz eines formalen Beschreibungsmittels sollte das entstehende formale Modell des zu spezifizierenden Systems verschiedene Aufgabe erfüllen. Es sollte gezeigt werden, daß bei einem deutlich geringeren Umfang der Dokumentation des Modells gegenüber der Spezifikation, ein verbesserter Zugang zu der Funktionsweise des Systems gewährleistet ist. Bei dieser Kondensation der Inhalte erfolgt gleichzeitig eine Überprüfung der Konsistenz durch entsprechende Syntax-Checks, denen das Modell während der Erstellung unterzogen wird. Im weiteren erfolgt eine Validation des Systemverhaltens durch die dynamische Simulation. Durch die Anwendung von systematischen Analyseverfahren ist die Verifikation bestimmter Systemeigenschaften im Sinne eines mathematischen Beweises möglich.

Die Projektergebnisse zeigen deutlich das Potential für zukünftige Spezifikationen, aber auch weitergehende Chancen für die Wiederverwendbarkeit in anderen Bereichen, wie zum Beispiel der Definition von Testfällen.

Wir danken der Deutschen Bahn AG, daß wir dieses anspruchsvolle und zukunftsweisende Projekt bearbeiten durften. Zu dem erfolgreichen Abschluß haben viele Kollegen durch ihr persönliches Engagement beigetragen. Sie alle hier zu erwähnen würde den Rahmen bei weitem Sprengen, trotzdem seien einige stellvertretend persönlich genannt.

Herr F. Kollmannsberger hat insbesondere in der Startphase das Projekt wesentlich unterstützt und es durch die Gestaltung der Rahmenbedingungen ermöglicht.

Herr B. Ptok als Projektleiter Seitens der Deutschen Bahn AG sei gedankt für die angenehme und fachlich kompetente und kooperative Zusammenarbeit. Ebenfalls haben die Herren Dachwald, Bode, Jurisch und Ostermeyer durch ihre fachliche Unterstützung das Ergebnis maßgeblich beeinflußt.

Bei der Bearbeitung dieses Projektes seitens des Institutes für Regelungs- und Automatisierungstechnik haben die Mitarbeiter A. Busemann, M. Chouikha, G. Decknatel, S. Einer, B. Erdmann, A. Fay, U. Frey, E. Hemmi, Dr. A. Janhsen, L. Jansen, Dr. K. Lemmer, W.-D. Pöhmerer, M. Reimann, S. Röver, A. G. Schielke, H.-M. Schulz, M. Seefeldt und A. Shah mitgewirkt. Sie alle haben durch ihren überdurchschnittlichen Einsatz den Weg für den Erfolg dieses Projektes geebnet.

Dr. K. Lemmer hat in den ersten Phasen die Projektleitung innegehabt und ich bedanke mich für die hervorragenden Vorarbeiten und die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit bei der Übernahme der Projektleitung. Prof. Dr.-Ing. E. Schnieder hat das Projekt maßgeblich gefördert, und ich bedanke mich für das in meine Person gesetzte Vertrauen für die Projektleitung.

M. Meyer zu Hörste

Braunschweig, im Dezember 1997

1 Einleitung

1.1 Einführung

Beim Fortschreiten der Einigung der Länder Europas wurde zunehmend der Bedarf für ein einheitliches Eisenbahn-Leitsystem deutlich. Der freie Einsatz von Reisezug- und Güterwagen ist durch die entsprechenden Richtlinien des UIC bereits seit einiger Zeit möglich. Dagegen scheiterte der grenzüberschreitende Einsatz von Triebfahrzeugen sowohl an physikalischen Gegebenheiten, wie zum Beispiel den unterschiedlichen Stromsystemen, als auch an Unterschieden in den Fahrdienstvorschriften und der Signalisierung. Dieses führte zu einer Behinderung länderübergreifender Zugläufe. An der Landesgrenze mußte ein anderes Triebfahrzeug vor den Zug gespannt werden oder es war der Einsatz eines Fahrzeuges erforderlich, dessen technische Einrichtungen die Sicherungssysteme beider Länder berücksichtigen kann. Darüber hinaus muß entweder ein Fahrzeugführer eingesetzt werden, der mit beiden Fahrdienstvorschriften und Signalisierungssystemen vertraut ist, oder es muß an der Grenze ein Austausch der Fahrzeugführer erfolgen.

Um diesen Zeitverlust an der Grenze bzw. den zusätzlichen Aufwand beim Bau der Fahrzeuge zu vermeiden, wird mit dem European Train Control System (ETCS) ein System erstellt, das eine einheitliche Sicherungstechnik verwendet und mit allen technischen Einrichtungen kompatibel ist. Mit Hilfe dieses Systems kann ein grenzüberschreitender Zug ohne Triebfahrzeugwechsel durchfahren. Der Fahrzeugführer braucht nicht ausgewechselt zu werden, da alle Länder eine einheitliche Signalisierung verwenden. Diese Eigenschaft wird als *Interoperabilität* bezeichnet.

Die zentralen Bausteine des ETCS sind das fahrzeugseitige und das streckenseitige Gerät. Das fahrzeugseitige Gerät steuert alle Funktionen, die auf dem Fahrzeug ausgeführt werden und führt die Kommunikation mit dem streckenseitigen Gerät durch.

Das streckenseitige Gerät ist das Kernstück des Radio Block Center (RBC). Dieses Gerät kommuniziert mit dem Zug, dem Stellwerk, der Disposition und den Einrichtungen an der Strecke, wie zum Beispiel Schranken an Bahnübergängen. Aus den übertragenen Informationen erstellt das RBC Fahraufträge und Anweisungen für den Zug.

Das fahrzeugseitige ETCS-Onboard-Gerät umfaßt neben den Einrichtungen zur Kommunikation mit dem RBC via Funk zusätzlich Einrichtungen zum Lesen von Balisen und Schleifen. Daneben kann ein Triebfahrzeug auch über spezielle Schnittstellen für die bisherigen Sicherungseinrichtungen verfügen. Diese Geräte, deren Aufgabe die Kommunikation über die Schnittstellen ist, werden als Specific Transmission Modules (STM) bezeichnet. Ihre Aufgabe ist es, die Informationen, die von den bisherigen Sicherungssystemen kommen, in eine Form zu bringen, die für das ETCS-Onboard-Gerät verständlich ist.

Um einen unproblematischen Übergang auf ETCS zu ermöglichen, gibt es drei verschiedene Ausrüstungslevel. Im Level 1 existiert noch die streckenseitige Signalisierung. Über Balisen wird dem fahrzeugseitigen Gerät der Signalbegriff mitgeteilt. Über Gleisstromkreise wird die

Zugortung und Zugvollständigkeitskontrolle vorgenommen. Für die Überwachung aller Züge in einem bestimmten Bereich ist ein Stellwerk zuständig.

Im Level 2 werden weiterhin Signale verwendet, allerdings kann die Signalisierung auch im Führerstand erfolgen. Es gibt bereits ein RBC, das die Züge in einem bestimmten Bereich überwacht. Zugortung und Zugvollständigkeitsnachweis werden über Gleisstromkreise vorgenommen. Die Kommunikation zwischen dem RBC und den Zügen wird über Funk realisiert.

Im Level 3 entfallen sämtliche Einrichtungen an der Strecke, somit auch die Gleisstromkreise. Die relative Ortung und die Vollständigkeitskontrolle wird vom Zug vorgenommen. Das RBC übernimmt die absolute Ortung. Die Signale an der Strecke entfallen ganz, sämtliche Signalisierungen erfolgen auf dem Führerstand. Die gesamte Kommunikation, die für die Leitung der Züge erforderlich ist, wird mit Funk durchgeführt. Es gibt weiterhin Balisen an der Strecke, die als Referenzpunkte für die Wegmeßeinheit dienen.

Diese Ausrüstungslevel stellen keine zeitliche Abfolge dar, sondern bieten die Möglichkeit, für jeden Anwendungsbereich die passende Ausrüstung zu verwenden. Je nach der gewünschten Geschwindigkeit und der Verkehrsdichte in dem betreffenden Bereich kann die optimale Ausrüstung ermittelt werden.

1.2 Übersicht

Inhalt dieser Dokumentation ist die formale Spezifikation von ETCS. Die Struktur des Dokumentes umfaßt drei Teile: eine Darstellung der Ziele der Modellierung, die methodischen Ansätze für die formale Spezifikation und die Ergebnisse in Form zweier Petrinetzmodelle.

Der erste Teil wird vom Kapitel 2 gebildet, das in die allgemeinen Ziele der formalen Spezifikation einführt. Danach folgt ein zweiter Teil, der in den Kapiteln 3 bis 5 die methodischen Ansätze für die Modellierung, die Möglichkeiten der Simulation und der Analyse darstellt. Den dritten Teil des Dokumentes macht die eigentliche Modellierung aus. Die Kapitel 6 bis 8 stellen der Kern der Modellierung dar und zeigen den Kontext des Gesamtsystems und die Netze des fahrzeug- und des streckenseitigen Gerätes. Die nachfolgenden Kapitel 9 bis 11 enthalten weitere Erläuterungen zur Modellierung. Kapitel 9 stellt die Kommunikationskanäle dar und umfaßt eine tabellarische Auflistung aller Nachrichten an den Schnittstellen. Die Datendefinitionen in Form der Global Declaration Nodes mit dem dazugehörigen Kommentar finden sich in Kapitel 10. In entsprechender Weise werden in Kapitel 11 die Fusionplätze erläutert.

Im Anhang werden die Referenzen aufgeführt, die wichtigsten Begriffe in einem Glossar zusammengefaßt und es werden die verwendeten Abkürzungen und Mitarbeiterkurzzeichen erklärt.

2 Allgemeine Ziele der Modellierung und Simulation / Problemstellung

2.1 Grundlegende Betrachtungen

Das European Train Control System (ETCS) soll es ermöglichen, ein beliebiges europäisches Triebfahrzeug in jedem Land in Europa einzusetzen, ohne daß länderspezifischen Änderungen vorgenommen werden müssen. Dieses Leitsystem soll alle betrieblichen Anforderungen erfüllen, die für einen länderübergreifenden Einsatz der Fahrzeuge erforderlich sind. Ein derart komplexes System ist nicht mehr ohne weiteres überschaubar. Daher ist es sinnvoll, bereits die Systemspezifikation zu verifizieren. Der Aufwand ein solches System als Prototyp zu implementieren, ist deutlich höher, als das entsprechende System zu modellieren. Ziel der Modellierung ist es dabei, eine Simulation in Form eines Funktionstests durchzuführen. Im besonderen kann eine solche Simulation Informationen darüber liefern, ob bestimmte Annahmen gerechtfertigt sind oder ob sie zu Problemen beim realen Einsatz des System führen können. Ziel der Simulation ist es nicht, eine Implementierung des Systems vorwegzunehmen. Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung ist eine Modellierung der Spezifikation des ETCS mit Petrinetzen. Diese Modellierung bietet die Möglichkeit, in der vorliegenden ersten Phase eine Simulation des Onboard-Gerätes, des streckenseitigen Gerätes und der Kommunikation zwischen diesen beiden durchzuführen.

2.2 Aufgabe

Es soll eine simulationsfähige Netzstruktur erstellt werden, die im Kern das Onboard-Gerät und das RBC mit der dazugehörigen Kommunikationsschnittstelle abbildet. Um dieses Netz simulieren zu können, ist eine Modellierung der Umwelt erforderlich, die die entsprechenden Anregungen und Antworten liefert.

2.3 Ziel

Das Ziel der Modellierung ist die Umsetzung der zentralen Teile des ETCS in ein Modell, das in einer Simulation getestet werden kann. An die Simulation schließt sich eine mathematische Analyse an, in der bestimmte Eigenschaften der Netze nachgewiesen werden können. Die Analyseergebnisse werden für das ETCS inhaltlich interpretiert.

2.4 Ergebnis

Das Ziel der Modellierung ist die Umsetzung der zentralen Teile des ETCS in ein Modell, das in einer Simulation getestet werden kann. An die Simulation schließt sich eine mathematische Analyse an, in der bestimmte Eigenschaften der Netze nachgewiesen werden können. Die Analyseergebnisse werden für das ETCS inhaltlich interpretiert.

3 Modellierung

3.1 Netze

3.1.1 Netzlogik

Im Standard-Layout dieses Projektes befindet sich die Applikationslogik der Netze im zentralen Bereich zwischen den Schnittstellen. Grundsätzlich wird ein Netz von oben nach unten durchlaufen. Die Bereiche links und rechts neben der Applikationslogik enthalten die Kommunikationsfunktionalität.

3.1.2 Netzstruktur

Die komplexe Struktur des Systems erfordert einen Aufbau des Netzes mit verschiedenen Verfeinerungsebenen. Dieser Aufbau weist drei verschiedene Netztypen auf: Auf den höchsten Ebenen wird der Prozeß im Überblick dargestellt. In den unterlagerten Ebenen werden einzelne Szenarios abgebildet und verknüpft. Innerhalb dieser Szenarios gibt es Funktionen, die so komplex sind, daß für die Modellierung eine weitere Verfeinerung erforderlich ist. Diese unterste Ebene ist die Funktionen-Ebene.

Die Netze einer jeden Ebene haben einen charakteristischen Aufbau:

3.1.3 Prozeßnetze

Die Netze der **Prozeßebene** sind in drei Bereiche unterteilt: Im zentralen Bereich (1) befinden sich die Transitionen und Plätze, die die weitere Anwendungslogik enthalten. Rechts und links daneben befinden sich zwei dunkelgraue Kästen (2, 3), in denen die Schnittstellen nach außen liegen. Die Nachrichten, die zu einem Empfänger gesendet oder von einem Sender empfangen werden, sind jeweils auf einem Platz zusammengefaßt. Dabei ist auf der Zugseite der rechte und auf der RBC-Seite der linke Kasten nur der Kommunikation zwischen Zug und Leitsystem vorbehalten.

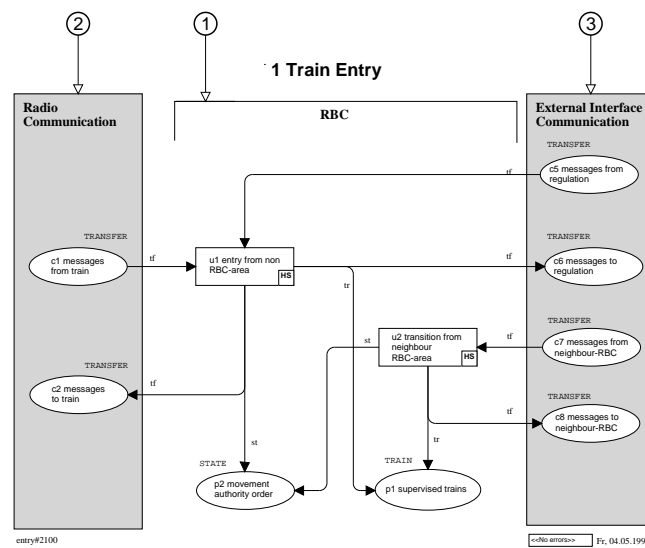


Bild 1: Struktur der Prozeß-Netze

3.1.4 Szenario-Netze

Auch **Szenario-Netze** weisen diese drei Bereiche auf. Die Anwendungslogik befindet sich wieder in der Mitte (1), und ganz außen befinden sich die beiden Kästen, die die Schnittstellen enthalten (2, 3). Neben den Schnittstellen befindet sich zur Logik hin auf jeder Seite eine Box mit der Bezeichnung *Radio-Driver* (5), bzw. *Interface-Driver* (4). Alle Transitionen in diesen Boxen beginnen mit *send* oder *receive*; sie enthalten die Empfangs- oder Sendelogik für eine spezifische Nachricht. Zwischen diesen Boxen und der Anwendungslogik befindet sich noch eine dunkelgrauer Kästen (6, 7), der für jede einzelne Nachricht einen Platz enthält. Die Bezeichnung dieser Kastens beginnt mit *Messages*.

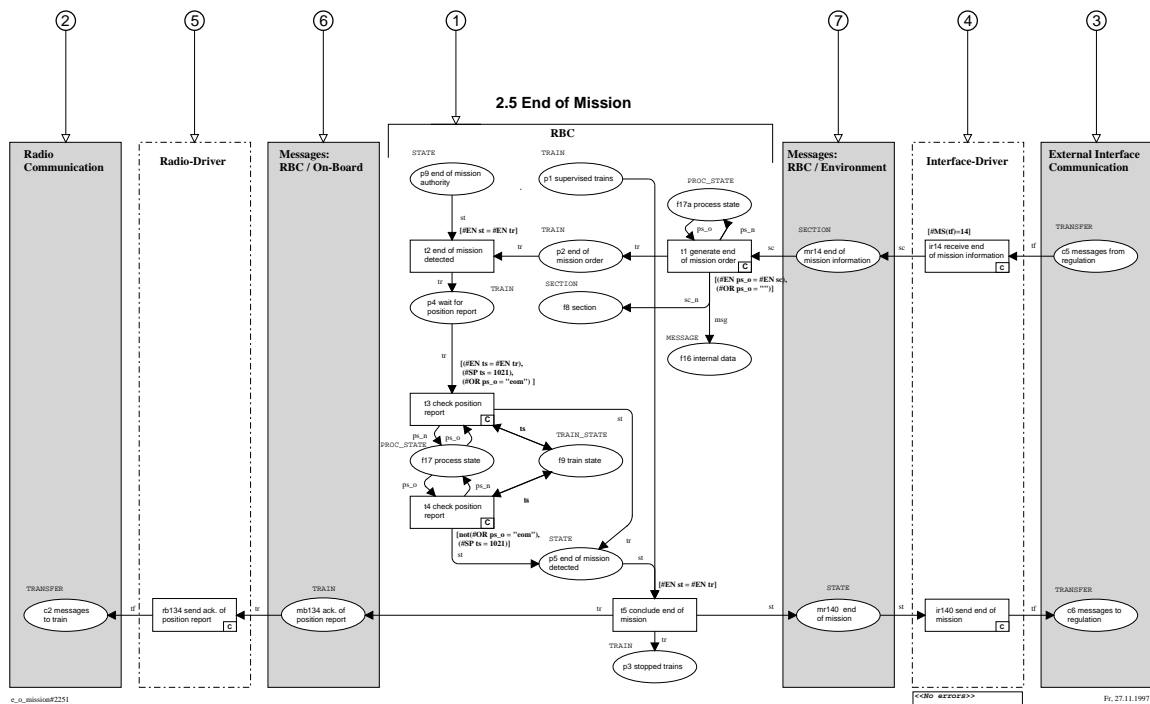


Bild 2: Struktur der Szenario-Netze

3.1.5 Funktions-Netze

Die Netze der **Funktionen-Ebene** weisen einen deutlich einfacheren Aufbau auf. Sie stellen nur die Verfeinerung einer Transition dar. Deshalb haben sie keine Schnittstellen nach außen, auch wenn die Transition über solche Schnittstellen verfügt. Die Kommunikation wird von dem

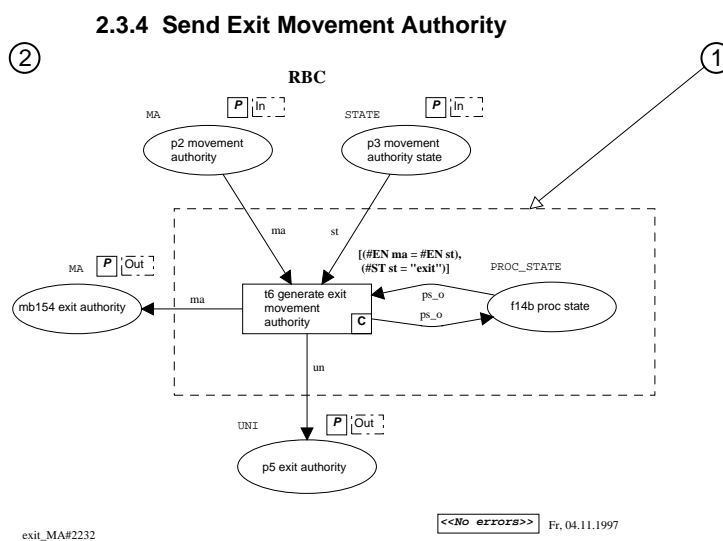


Bild 3: Struktur der Funktions-Netze

übergeordneten Netz der Szenario-Ebene wahrgenommen. Die Logik des Netzes befindet sich innerhalb einer gestrichelten Box (1). Die Ein- und Ausgänge der Transition auf dem übergeordneten Netz befinden sich außerhalb dieser Box (2).

3.2 Notation

Innerhalb der Petrinetze befinden sich eine ganze Reihe von verschiedenen Elementen. Die wichtigste Gruppe sind die Elemente der Netze selber. Die Transitionen stellen die Funktionen und Aktivitäten dar. In der graphischen Darstellung handelt es sich um die Rechtecke, die mit der Nummer (1) gekennzeichnet sind. Die Transition werden durch Plätze (2) verbunden die Informationen und Prozeßzustände tragen. Verfeinerungen werden im Netz durch Instanzen abgebildet, die wie Transitionen dargestellt werden, aber ein abweichendes Schaltverhalten haben können. Um sie von den Transitionen unterscheiden zu können, werden sie mit der Kennung HS (3) versehen. HS steht für hierarchical Subpage. Alle diese Elemente sind durch Kanten (4) verbunden. Wenn eine Transition und ein Platz mit einer Kante sowohl in Hin- als auch in Rückrichtung verbunden sind, wird zwischen zwei Fällen unterschieden. Wenn die Transition den Inhalt der Marke nur liest, aber nicht verändert, handelt es sich um einen rein lesenden Zugriff (5). In diesem Fall werden die beiden Kanten übereinander gelegt. Wenn die Transition den Inhalt der Marke verändert, handelt es sich um einen lesenden und schreibenden Zugriff (6). Hier müssen die Kanten getrennt gelegt werden.

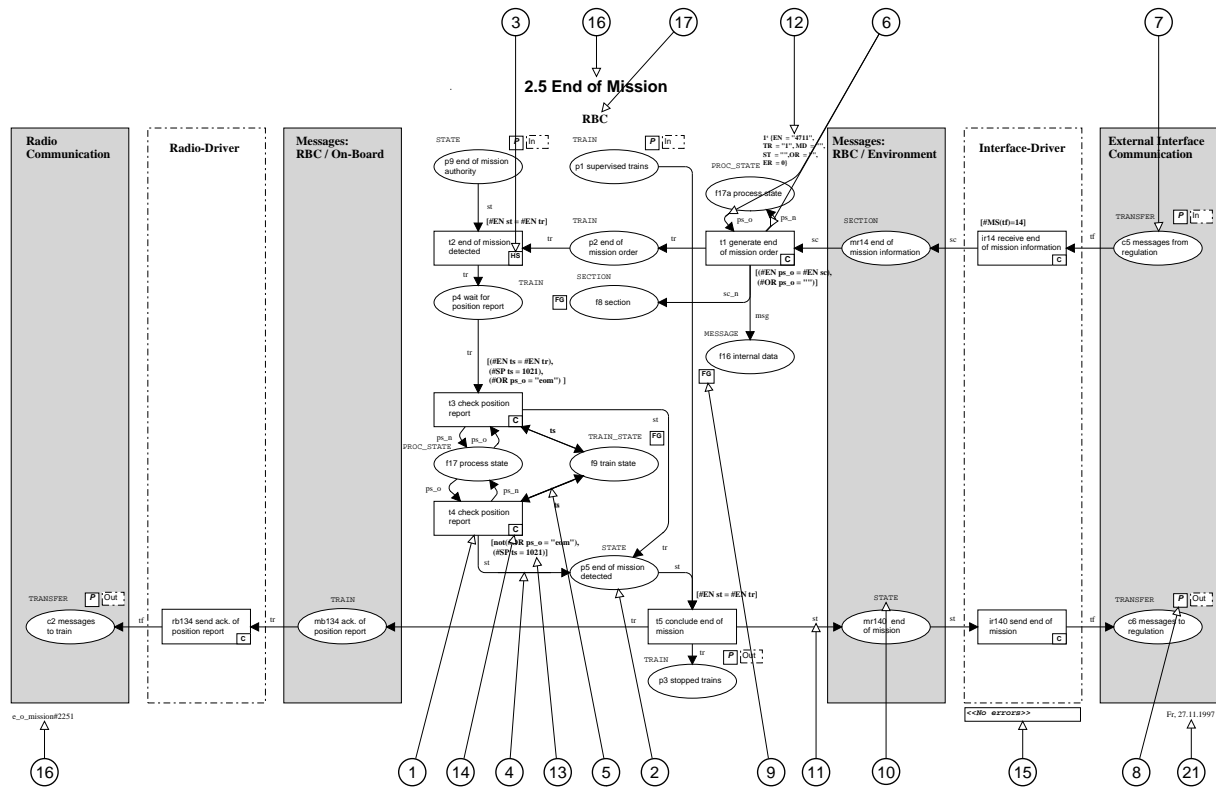


Bild 1: Netzelemente

In hierarchischen Petrinetzen werden Plätze die eine Verbindung zwischen zwei Netzen bilden auf der unterlagerten Netzebene gekennzeichnet. Es handelt sich um sogenannte Port-Plätze. Diese Plätze werden mit einer entsprechenden Kennzeichnung versehen. Plätze auf denen Marken in das Unternetz hineingelangen werden als Input-Ports (7) bezeichnet; entsprechend heißen Plätze auf denen Marken das Unternetz verlassen Output-Ports (8). Die überall in Netz verfügbaren Fusion-Plätze tragen, ähnlich wie die Port-Plätze eine Kennzeichnung (9). FG bedeutet, daß es sich um globale, also überall verfügbare, Fusion-Plätze handelt.

Eine Reihe weiterer Elemente kommt durch die Verwendung farbiger Petrinetze hinzu. Den Plätzen müssen definierte Typen zugewiesen werden, die Colorsets (10). Jedem Colorset wird mindestens eine Variable zugewiesen. Diese Variablen dienen der eindeutigen Kennzeichnung von Marken, die über Kanten weitergegeben werden (11). Ein Platz kann beim Start des Netzes mit einer initialen Markierung belegt werden (12). Es ist möglich das Schalten einer Transition an eine Bedingung zu knüpfen. Diese Bedingung wird in Form eines sogenannten Guard beschrieben (13). Beim Schalten kann die Transition bestimmte Programm-Codes ausführen. Die Anbindung der Codes an die Transition erfolgt mit einer Code-Region (14).

Bei der Ausführung des Syntax-Checks werden in jedem Netz die aufgetretene Fehler angegeben. Für diese Zwecke steht ein besonderer Bereich zur Verfügung (15).

Neben den genannten Elementen gibt es noch Einträge in Netz, die der besseren Übersicht und Versionsverwaltung dienen. Der Name und die Kapitelnummer des Netzes stehen als Überschrift über dem Netz (16). Der Name entspricht der Bezeichnung der Instanz auf dem

übergeordneten Netz. Die Kapitelnummer verweist auf das Kapitel der Dokumentation, in dem das Netz beschrieben wird. Das Teilsystem, dessen Logik beschrieben wird, steht über der Applikationslogik und unter der Überschrift (17). Die Blattnummer und die Kurzbezeichnung des Netzes stehen links unten, unter dem Netz (18). Mit diesen Informationen kann das Netz auf der Übersichtsseite identifiziert werden. Der Bearbeiter und das Datum der letzten Änderung werden auf der unten rechts Seite des Netzes eingetragen (19).

3.3 Nummernschlüssel

Die verschiedenen Elemente der Petrinetze sind mit einem Nummernschlüssel gekennzeichnet, um eine eindeutige Identifikation zu ermöglichen:

Die Plätze in den dunkelgrauen Kästen „Radio Communication“ und „External Interface Communication“ tragen den Kennbuchstaben *c*. Sie sind für sämtliche Netze in allen Modellen einheitlich numeriert. Hierbei handelt es sich um die Kommunikationskanäle, die von der Applikationslogik bedient werden. An den äußeren Grenzen des Modells, also auf der obersten Ebene ganz außen, tragen die Kanäle *c* zur Unterscheidung von den logischen Kanälen.

Die Plätze im dunkelgrauen Kasten „Messages: RBC/Onboard“ im RBC und „Messages: Onboard/External“ im Fahrzeug werden mit dem Buchstaben *m* bezeichnet. Die Nachrichten, die per Funk an den Zug (Radio) weitergegeben werden, tragen die Nummern aus dem Kapitel 8.3.11 der SRS. Die Plätze in den anderen dunkelgrauen Kästen mit der Bezeichnung „Messages: RBC/Environment“ im RBC tragen den Kennbuchstaben *m*, wie auch die Plätze in Fahrzeug-Modell in den hellgrauen Kästen mit der Bezeichnung „Messages: Onboard/Internal“.

Die Transitionen im Kasten „Radio-Driver“ tragen die Nummer der Nachricht für die sie zuständig sind. Die Nachricht befindet sich im Kasten „Messages: RBC / Onboard“. Die Radio-Driver und Interface-Driver werden allgemein mit dem Buchstaben *r* gekennzeichnet.

Im zentralen Bereich der Netze, in dem sich die Anwendungslogik befindet, werden die Transitionen mit dem Buchstaben *t* und die Plätze mit dem Buchstaben *p* versehen. In jedem Netz werden die Plätze und Transitionen von 1 beginnend neu durchgezählt.

Ein Ausnahme bilden dabei die Fusion-Places, die in mehreren Netzen parallel auftauchen können. Diese haben den Buchstaben *f* und werden jeweils für das RBC-Netz und das Onboard-Netz durchnummeriert. Wenn ein Fusionplatz in einem Netz mehrfach verwendet wird, trägt er überall die gleiche Kennzeichnung, die durch einen kleinen Buchstaben beginnend mit *a* ergänzt wird.

Die Kennbuchstaben werden also in der folgenden Weise den Bereichen in den Netzen zugeordnet:

Kenn-Buchst.	Netz-Element: Plätze	Numerierung
c	Internal und External Interface Communication	global
f	Fusion-Place	global
k	Telegramm - Plätze	global
m	Nachrichten (Messages) externer Schnittstellen	global
p	Plätze der Anwendungslogik	lokal

Tabelle 1: Übersicht der Kennbuchstaben der Plätze.

Kenn-Buchst.	Netz-Element: Transitionen / Instanzen	Numerierung
i	Interface-Driver	global
t	Transitionen	lokal
u	Hierarchische Verfeinerung: Unternetz	lokal

Tabelle 2: Übersicht der Kennbuchstaben der Transitionen und Instanzen:

Kenn-Buchst.	Teilsystem	Erläuterung
a	MMI	MMI (Anzeige)
b	Onboard	Zuggerät
d	Trackside Device	Gleisseitige Einrichtungen
f	Track Free Reporting Device	Gleisfreimeldeeinrichtungen
g	Diagnostic Recordings	Diagnose Aufzeichnungen
i	Interlocking	Stellwerk
j	Juridical Recordings	Juristischen Aufzeichnungen
m	Route Map Generator	Streckendatenbank
o	Track Occupancy Manager	
p	Train Path Supervision	Zuglaufverfolgung (ZLV)
r	Regulation	Disposition
s	Specific Transmission Module (STM)	
t	RBC (Trackside)	
u	Train Interface Unit (TIU)	
z	Automatic Route Setting	Zuglenkung (ZL)

Tabelle 3: Übersicht der Kennbuchstaben der Teilsysteme.

Auf der Seite des Fahrzeugs wird unterschieden, mit welchem Medium die Informationen von der Strecke zum Fahrzeug gelangen. Hier gibt es für die Nachrichten einen dritten Buchstaben, der kennzeichnet über welches Medium die Nachricht den Zug erreicht hat.

Kenn-Buchst.	Schnittstelle	Erläuterung
b	Balise	Balise
l	Loop	Leiterschleife
r	Radio	Funk

Tabelle 4: Übersicht der Kennbuchstaben der Schnittstellen.

4 Simulation

Ähnlich wie die Modellierung in inkrementellen Schritten aufgebaut ist, wird auch die Simulation von kleinen Einheiten bis zur Gesamtsimulation zusammengesetzt. An erster Stelle steht die Simulation einzelner Netze. Zu diesem Zweck werden spezielle Netz-Konstruktionen verwendet, um die erforderlichen Anregungen zu erzeugen, die von außen in das Netz hineinkommen.

Als nächstes werden zusammengehörige simulationsfähige Einzelnetze zu Modulen zusammengefaßt. Auch diese Module werden losgelöst vom Gesamtmodell getestet und mit entsprechenden Anregungen versehen. Auch hierfür sind spezielle Netze erforderlich.

Diese Module können nun zu einem Teilsystem zusammengebaut werden. Sobald das gesamte Teilsystem integriert worden ist, sind keine besonderen Netze, zur Erzeugung von speziellen Anregungen mehr erforderlich, um eine Simulation durchzuführen.

Wenn eine spezifische Modellierung und Simulation der Kommunikation erstellt wird, kann ein Zusammenspiel der verschiedenen Teilsysteme simuliert werden. Unabhängig davon kann eine Simulation der Teilsysteme mit Off-Line eingegebenen Nachrichten erfolgen.

Die Simulation kann wahlweise interaktiv oder automatisch durchgeführt werden. Im interaktiven Lauf wird jede Transition, die schalten kann, markiert und die Marken auf den Vorplätzen dargestellt. Nach dem Schaltvorgang werden die Nachplätze - entsprechend dem Simulationsschritt - markiert.

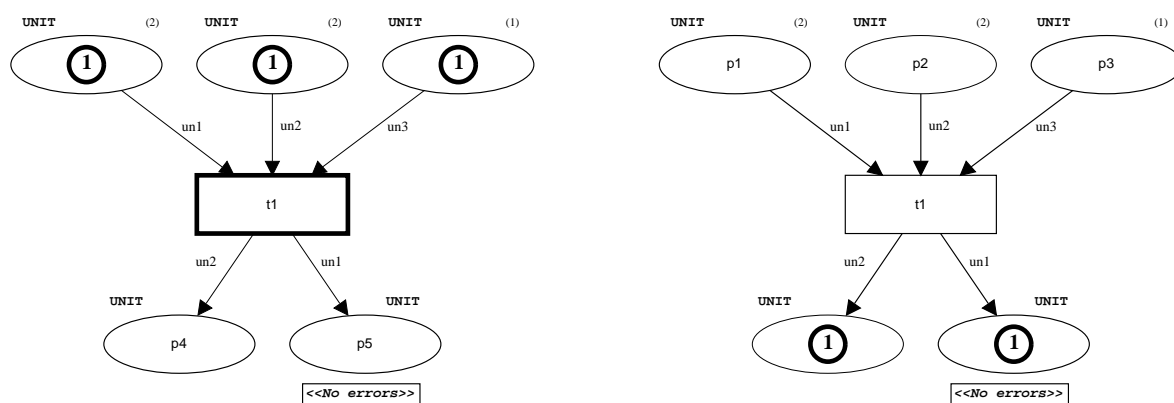


Bild 4: Darstellung vor und nach dem Schalten einer Transition

Die Ziffer in den Markierungen gibt die Zahl der Marken an, die sich zu diesem Zeitpunkt auf dem Platz befinden. Im automatischen Lauf werden keine Zwischenzustände sondern nur der Schlußzustand des Simulationslaufes angezeigt. Dieser Zustand ist erreicht, wenn keine Transition mehr schaltfähig ist oder eine vorher definierte Zahl von Schritten durchlaufen wurde.

5 Analyse

5.1 Grundlegende Betrachtungen

Der Systementwurf setzt sich im wesentlichen aus zwei Schritten zusammen, nämlich aus der Modellbildung und der Implementierung (Bild 5.1). Die Modellierung als erster Schritt soll mit Hilfe geeigneter Beschreibungsmittel und Methoden die Struktur (statisch) und das Verhalten (dynamisch) des zu entwickelnden Systems wiedergeben. Nach Vorliegen des Systemmodells kann noch nicht mit der Implementierung begonnen werden, da über die Korrektheit des Entwurfs zu dieser Zeit noch keine Aussage gemacht werden kann. Es ist deshalb notwendig vor der Implementierung eine Analyse im Hinblick auf des Systemverhalten durchzuführen.

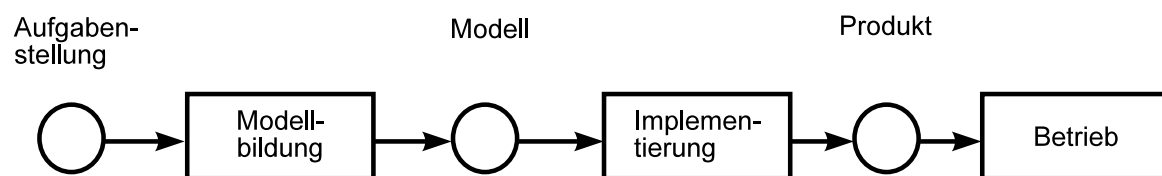


Bild 5.1 Entwicklungsprozeß

Bei der Analyse soll der Nachweis für die Fehlerfreiheit und Korrektheit des zu entwickelnden Systems erbracht werden. Werden Fehler identifiziert, so sind Änderungen nur im Modell vorzunehmen. Auf diese Weise lassen sich Fehler in relativ frühen Stadien mit geringem Zeit- und Kostenaufwand korrigieren. Damit stellt die Analyse eine Rückkopplung im regelungstechnischen Sinne dar.

Die Analyseverfahren basieren auf mathematischen wohldefinierten Sätzen und Zusammenhängen. Hierbei erfolgen systematische, theoretische Untersuchungen und formale Beweise hinsichtlich des Systemverhaltens. Selbstverständlich müssen die Analyseergebnisse interpretiert werden bzw. in Relation zum modellierten Systemverhalten betrachtet werden [Lemmer94].

5.2 Problemstellung

Wie bereits erwähnt, spielt die Analyse eine zentrale Rolle im Systementwurf. Besonders bei komplexen Systemen, deren prototypische Implementierung für Test- und Verifikationszwecke erheblichen Zeit- und Kostenaufwand erfordern, kommt der Analyse (und Verifikation) von Systemmodellen eine besondere Bedeutung zu.

Im folgenden werden die Aufgabenstellung und die Ziele einer Systemanalyse allgemein und speziell für das Projekt ETCS näher erläutert.

5.2.1 Aufgabe

Die Struktur von ETCS und seine Funktionen ist recht komplex. Es sind nicht nur fahrzeugseitige und streckenseitige Geräte, sondern auch die Kommunikation zwischen diesen Bausteinen zu modellieren. Somit ergeben sich komplexe, hierarchische Modelle, die auf der einen Seite den Aufbau (Struktur) der einzelnen Komponenten darstellen, und auf der anderen Seite sämtliche Vorgänge, die sich innerhalb des ETCS abspielen, in Form von Szenarien beschreiben.

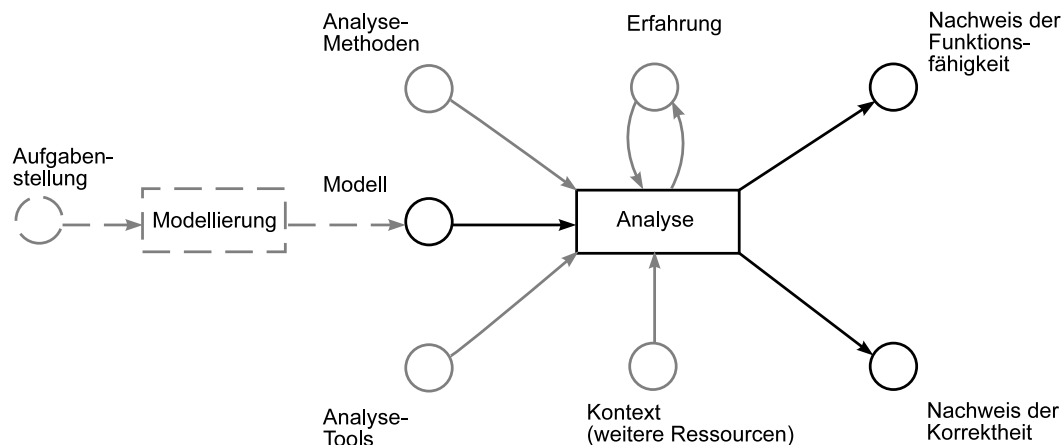


Bild 5.2 Aufgabenstellung und Ziele der Analyse

Die Aufgabe der Analyse besteht zum einen darin, die Funktionsfähigkeit der einzelnen Bausteine mit der modellierten Struktur zu überprüfen und zum anderen die Richtigkeit der Szenarien und somit die Korrektheit der Funktionen zu beweisen (Bild 5.2). Wichtig ist auch hier die Vollständigkeit und Wiederholbarkeit einer Funktion. Ein weiterer wesentlicher Aspekt bei der Analyse ist die Verifikation des Gesamtsystems, denn die Richtigkeit der einzelnen Module ist noch kein Beweis für ein korrektes Systemverhalten. Dies ist damit zu begründen, daß durch das Zusammenwirken einzelner Komponenten unvorhersehbare dynamische Vorgänge entstehen können, die u. U. massive Seiteneffekte auslösen.

5.2.2 Zielsetzung

Für die Untersuchung der erstellten Modelle werden Analysemethoden, mit dem Ziel, definiert eine allgemeine ganzheitliche Vorgehensweise für die Systemanalyse zu entwickeln. Dieses Analysekonzept soll dann speziell für ETCS präzisiert werden und als Analysis-Guide in allen Projektphasen dienen.

Weiterhin werden auf der Basis der statischen und dynamischen Eigenschaften von gefärbten hierarchischen Petrinetzen allgemeine Analyseergebnisse formuliert, die zunächst keine Erweiterung oder Restriktionen auf ETCS beinhalten. Dieser Schritt ist deshalb notwendig, um eine solide, problemunabhängige und anpassungsfähige Basis zu bilden. Diese Basis ist als Ausgangspunkt für jede im Laufe des Projektes hinzukommende Analyseaufgabe anzusehen.

Die allgemeinen Analyseergebnisse sollen nun auf ETCS übertragen werden. D. h. sie werden in Relation zum modellierten Systemverhalten betrachtet. Nur eine solche Interpretation ermöglicht es, die Ergebnisse im realen System richtig zu deuten und ggf. Fehler effektiv zu korrigieren. Dieser Schritt ist vom jeweiligen Teilsystem abhängig, so daß hierfür keine allgemeingültigen Interpretationen formuliert werden können.

5.3 Lösungsansatz

Für die Formulierung des Lösungsansatzes müssen bestimmte Annahmen getroffen und alle Voraussetzungen berücksichtigt werden. Ziel ist es, durch Untersuchung der Lösungsalternativen die in Kapitel 6.2.2 angestrebte allgemeine Vorgehensweise unter Berücksichtigung der Randbedingungen zu entwickeln.

5.3.1 Voraussetzungen und Annahmen

Aufgrund der Komplexität der erstellten Modelle ist eine manuelle Analyse nur bedingt durchführbar und in den meisten Fällen sogar unmöglich. Der Einblick in das Systemverhalten kann deshalb nur mit Hilfe rechnergestützter Analysewerkzeuge gewonnen werden. Hier kommt die formale Basis von Petrinetzen zum Tragen, denn eine rechnergestützte Analyse setzt eine mathematische Beschreibung der Modelle voraus [Schnieder92].

Analyseverfahren, die nicht unmittelbar auf den Modellen basieren, wie z. B. der Erreichbarkeitsgraph von Petrinetzen, sollen mathematisch beschreibbar sein, da sonst die Analyse nicht mit einem Rechner durchgeführt werden kann.

Neben der mathematischen Beschreibbarkeit werden weitere Annahmen getroffen, die für jedes einzelne Verfahren im nächsten Kapitel separat präzisiert und erläutert werden.

5.3.2 Lösungsalternativen

Für die Untersuchung der Systeme gibt es unterschiedliche Verfahren. Sie lassen sich prinzipiell in simulative, algebraische und graphentheoretische Verfahren unterteilen. Bild 5.3 zeigt die Untersuchungsmöglichkeiten in Petrinetzen auf.

Bei einer simulativen Untersuchung können Fehler im Entwurf bzw. im beschriebenen System bei einer systematischen Vorgehensweise u. U. gefunden werden. Hierbei ist es prinzipiell möglich, ein "Gefühl für das Systemverhalten" (entspr. Erfahrung in Bild 5.2) zu bekommen und Grenzen, Ursache sowie Wirkung und Kausalitäten innerhalb des Systems zu betrachten. Die Simulation ist jedoch kein Beweis für die Fehlerfreiheit des Systems. Sie ist mit dem

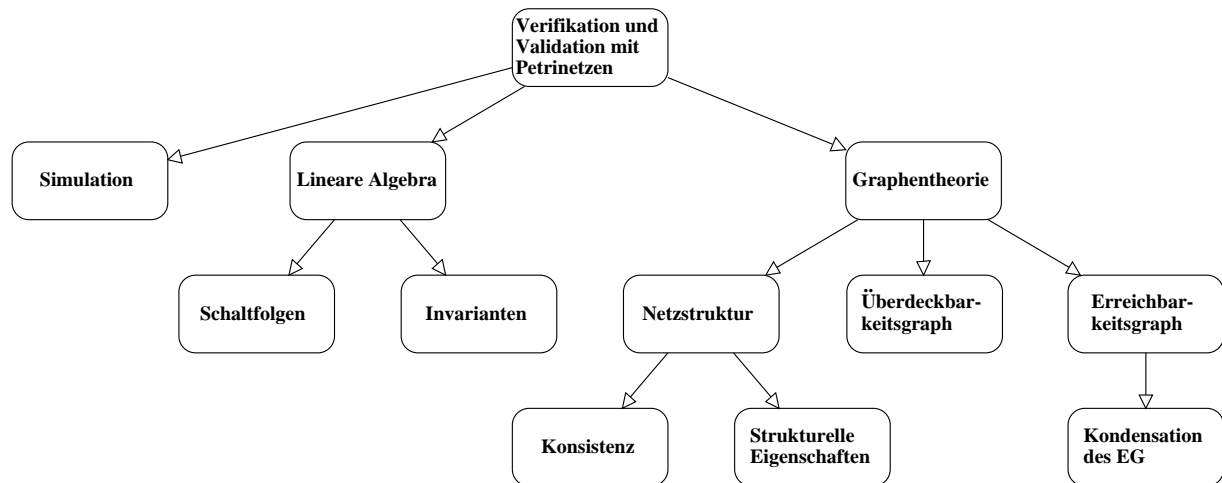


Bild 4.3 Analysemöglichkeiten mit Petrinetzen

Debuggen eines Programms zu vergleichen, wobei Fehler entdeckt werden können. Das Vorhandensein weiterer Fehler bleibt dabei allerdings nicht ausgeschlossen.

Auf der Grundlage des Erreichbarkeitsgraphen von Petrinetzen können dynamische Netzeigenschaften unmittelbar abgelesen werden. Hierbei zählen die Erreichbarkeit einer Markierung und Existenz partieller und totaler Verklemmungen zu den wichtigsten Analyseergebnissen, da sie eine direkte Aussage über die Funktionsfähigkeit eines (Teil-) Systems liefern können. Wichtig ist hier, daß der Analyse von Erreichbarkeitsgraphen die Graphentheorie, also eine mathematische Basis, zugrunde liegt [Abel90].

Das Problem der graphentheoretischen Analyse ist die Größe der Erreichbarkeitsmenge, die eng mit der Anzahl der Nebenläufigkeiten im System zusammenhängt. Die Größe des Erreichbarkeitsgraphen hat Rückwirkungen einerseits auf die Rechzeit und andererseits auf den Speicherbedarf für die Erreichbarkeitsmenge. Aus diesem Grund setzt die Erreichbarkeitsanalyse eine begrenzte Anzahl von Systemzuständen und Nebenläufigkeiten voraus. Diese Grenzen lassen sich in Abhängigkeit von Rechen- und Speicherleistung berechnen.

Alternativ zur graphentheoretischen Analyse ermöglichen Methoden der linearen Algebra, Aussagen über das dynamische Verhalten eines Petrinetzes auch direkt aus der Netzstruktur, d. h. nicht über den Umweg der Konstruktion des Erreichbarkeitsgraphen, abzuleiten. Hierbei gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Zum einen die Berechnung von Schaltfolgen und zum anderen die Ermittlung von Invarianten. Nachteil der strukturellen Analyseverfahren ist, daß insbesondere allgemeine Netze nur eingeschränkte Aussagen zulassen. Es ist jedoch prinzipiell möglich, bestimmte Netzstrukturen zu erkennen und deren Verhalten zu interpretieren [Lemmer94].

5.4 Ergebnisse

5.4.1 Erreichbarkeitsgraph

Durch die Konstruktion des Erreichbarkeitsgraphen (EG) lassen sich zahlreiche Untersuchungen durchführen. So kann beispielsweise die Erreichbarkeit einer Markierung durch ihre Existenz im EG überprüft werden. Ebenso lassen sich Verklemmungen, Konflikte und Nebenläufigkeiten erkennen. Die Lebendigkeit und Reversibilität können mit Hilfe des EG nachgewiesen werden. Der Nachteil der auf dem Erreichbarkeitsgraphen basierenden Analyse ist, daß die Berechnung von EG mit großen Rechenzeiten verbunden ist. Weiterhin steigt der Speicherbedarf für EG bei komplexen Systemen sehr schnell an. Aus diesen Gründen wird nicht der komplette, sondern ein reduzierter EG berechnet. Dafür sind Reduktionsmethoden notwendig, wie z. B. symmetrische Markierung, parallele Schritte oder überdeckende Markierung.

a) symmetrische Markierung

Gefärbte Petrinetze werden meistens für die Modellierung symmetrischer Systeme eingesetzt. Diese Systemmetrie wird durch gleiche Netzstrukturen für verschiedene Teilsysteme zum Ausdruck gebracht. Durch Definition von Markenfarben wird zwischen den verschiedenen Teilsystemen unterschieden. Liegen auf einem Platz mehrere Marken der gleichen Farbe, so hat das Schalten einer Nachtransition des Platzes die gleiche Wirkung, d. h. die Marken können als schwarze Marken betrachtet werden.

b) parallele Schritte

Identische Schritte werden durch parallele Bindungselemente hervorgerufen. Solche Schritte haben immer den gleichen Anfangs- und Endzustand, so daß man nicht alle, sondern nur einen Teil der erreichbaren Zwischenzustände betrachten kann. Dies hängt von den Eigenschaften ab, die man untersuchen will.

c) überdeckende Markierungen

Überdeckende Markierungen werden durch das Schalten von Bindungselementen erreicht, die die Anzahl von Markierungen einer bestimmten Farbe erhöhen. Das bedeutet, daß beim Schalten eines Bindungselements keine neue Farbe in den Zustand hinzukommt.

5.4.2 Platz- und Transitionsvarianten

Platz und Transitionsvarianten sind strukturelle Eigenschaften von Petrinetzen. Sie sind von der Anfangsmarkierung des Netzes abhängig. Dennoch können anhand der Invariante einige dynamische Eigenschaften des Netzes untersucht werden. So läßt sich beispielsweise mit Hilfe der Platz- und Transitionsinvarianten die Beschränktheit eines Netzes nachweisen. Auch die Lebendigkeit eines Netzes kann durch die Untersuchung der Invarianten bewiesen werden.

5.4.3 Übertragung der Ergebnisse auf ETCS (Beispiele)

<i>Beschränktheit:</i>	Durch die Beschränktheit kann festgestellt werden, ob wirklich nur eine einzige Nachricht von einem RBC zu einem Zug und umgekehrt gesendet wird.
<i>Reversibilität:</i>	Durch die Reversibilität läßt sich nachweisen, daß alle Zustände des RBC reproduzierbar sind.
<i>Lebendigkeit:</i>	Die Lebendigkeit ist der Beweis, daß alle Vorgänge innerhalb des Systems durchführbar sind und somit keine Verklemmung im System auftritt.
<i>Fairness:</i>	Die Fairness ist der Beweis dafür, daß zum einen alle Nachrichten verarbeitet werden können und zum anderen alle aktivierten Funktionen ausführbar sind.
<i>Stellen-Invarianten:</i>	Mit Hilfe der S-Invarianten können die Züge identifiziert und deren Zustand ermittelt werden.
<i>Transitions-Invarianten:</i>	Das Vorhandensein von T-Invarianten weist auf die Wiederholbarkeit der Aktionen in einem System hin.

6 Überblick über das Gesamtmodell und seine Umwelt

6.1 Grundlegende Betrachtung

Die Erstellung der Modelle mit Petrinetzen erfolgt in mehreren Schritten: Zuerst wird die statische Netzstruktur entwickelt. Die Plätze und Transitionen werden definiert und die Verbindungen geschaffen. Im nächsten Schritt findet die Einordnung in die bestehende Ebenenstruktur statt bzw. die Definition dieser Ebenenstruktur erfolgt. Danach wird jedem Platz ein Typ zugewiesen. Auch die Definition der Logik in den einzelnen Transitionen erfolgt in diesem Schritt. Es kann sich dabei sowohl um Bedingungen handeln, die das Schalten der Transition ermöglichen bzw. verbieten, als auch um die Verarbeitungslogik in der Transition. Der Aufbau oder die Ergänzung der allgemeinen Typen- und Funktionsdefinition wird ebenfalls in diesem Schritt vorgenommen. Zum Schluß erfolgen die Festlegungen, die das Gesamtnetz betreffen, also zum Beispiel die Festlegung des Initialzustandes. Es kann bei der Modellierung erforderlich sein, diese Schritte iterativ in mehreren Durchläufen auszuführen.

Die Modellierung wird durch das Tool Design/CPN unterstützt, wobei die einzelnen Schritte mit diesem Tool folgendermaßen ablaufen: Zuerst wird die graphische Struktur des Netzes entwickelt. Die Festlegung der Ebenenstruktur kann im nächsten Schritt erfolgen, da das Tool die Verschiebung von Netzelementen über die Ebenen unterstützt. Die Zuweisung der Typen zu den Plätzen und Kanten erfolgt über Colorsets. Die Definition der Colorsets wird im Global Declaration Node vorgenommen. Dieser kann sich im Prinzip auf jeder Seite im Netz befinden, allerdings ist es unter dem Gesichtspunkt der Übersichtlichkeit besser, ihn auf eine eigene Seite zu legen. Design/CPN überprüft die formale Richtigkeit des Gesamtnetzes mit einem Syntax Check.

6.2 Vorgehensweise

6.2.1 Voraussetzungen und Annahmen

Um eine sinnvolle Modellierung durchführen zu können, ist es an verschiedenen Stellen erforderlich, die Zahl der möglichen Lösungen durch bestimmte Annahmen einzuschränken. Diese Annahmen orientieren sich an den Gegebenheiten des Betriebes und der Umgebung, in der das System eingesetzt werden soll. Die Annahmen, die für die einzelnen Arbeitspakete getroffen werden, sind jeweils zu Beginn des entsprechenden Kapitels aufgeführt.

6.2.2 Lösungsansätze

Es gibt die Möglichkeit, das gesamte ETCS in einem Petrinetz abzubilden. Man erhält damit ein Gesamtmodell, das sehr umfangreich ist. Eine getrennte Modellierung der Kommunikation ist dabei nicht erforderlich, kann aber im gewünschten Umfang ergänzt werden. Im Hinblick auf einen modularen Entwurf ist es jedoch sinnvoll, daß unabhängige Teilmodelle aufgebaut werden, die zu einem späteren Zeitpunkt zu einem Gesamtmodell zusammen gesetzt werden. Flexibler ist ein Modell, das unabhängige Teilmodelle für RBC, Zug und alle weiteren Subsysteme aufweist.

Die Funktionalität eines ETCS-Elementes sollte für die Darstellung in einem Petrinetz gegliedert werden. Eine solche Gliederung kann nach verschiedenen Kriterien erfolgen. Es gibt die Möglichkeit, funktionale oder prozedurale Einheiten zusammenzufassen.

Eine andere Vorgehensweise betrachtet bestimmte betriebliche Vorgänge. Ein solcher Vorgang kann auch entkoppelt von der restlichen Logik des ETCS-Elementes dargestellt werden. Es ist also möglich, zum Beispiel den Vorgang des Rangierens zu beschreiben, ohne die normale Streckenfahrt eines Zuges miteinzubeziehen. In diesem Falle stellt sich die Vorgehensweise so dar: Der Betrieb wird in eine Anzahl von betrieblichen Vorgängen oder Szenarien unterteilt. Diese Szenarien können einzeln modelliert werden. Es gibt eine Reihe von Standard-Vorgängen, die in verschiedenen Szenarien auftauchen. Solche Standard-Vorgänge werden zusammengefaßt, mit einheitlichen Ein- und Ausgängen versehen und ausgelagert. Eine Modellierung dieser Vorgänge findet nur einmal statt. Das Petrinetz dieses funktionalen Blocks kann dann von allen Stellen aufgerufen werden, wo es benötigt wird. Eine vergleichbare Struktur findet sich in verschiedenen Programmiersprachen, in denen ein solcher Vorgang als Procedure oder Function bezeichnet wird. Im nächsten Schritt werden alle Szenarien zusammengefügt und mit einem Netz versehen, das den Rahmen für alle Teilnetze bildet, die sich aus den Szenarien ergeben.

6.3 Ergebnis

6.3.1 Modellbildung

Die Modellbildung erfolgt analog zu den Teilsystemen. Es gibt ein Modell des Zuggerätes und ein Modell des RBC.

Die Modellierung in den einzelnen Arbeitsbereichen wird in den entsprechenden Bänden eingehender dargestellt. Die dazugehörigen Modelle werden auch dort detailliert beschrieben. Das Onboard-Gerät wird in Band 1 und das Radio Block Center in Band 2 dargestellt.

Die komplexe Struktur des Systems erfordert einen Aufbau des Netzes mit verschiedenen Verfeinerungsebenen. Dieser Aufbau weist drei verschiedene Netztypen auf: Auf den obersten Ebenen wird der Prozeß in Überblick dargestellt. In den unterlagerten Ebenen werden einzelne Szenarien abgebildet und verknüpft. Innerhalb dieser Szenarien gibt es Funktionen, die so komplex sind, daß für die Modellierung eine weitere Verfeinerung erforderlich ist. Diese unterste Ebene wird als Funktions-Ebene bezeichnet. Eine genaue Definition dieser Ebenen erfolgt in Kapitel 3.

7 Modellierung Onboard

7.1 Grundlegende Betrachtung

Das European Train Control System (ETCS) bietet zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten der Zugbeeinflussung. Zum einen kann der Zug von einer Zentrale aus geleitet werden, die sich an der Strecke befindet und für einen definierten Bereich zuständig ist. Diese Zentrale wird als Funkblockzentrum (Radio Block Center, RBC) bezeichnet. Zum anderen kann der Zug die für die Fahrt erforderlichen Informationen von statischen Einrichtungen an der Strecke erhalten. Für diese Aufgaben sind punktförmige Übertragungseinrichtungen, sogenannten Balisen, vorgesehen, es ist aber genauso möglich diese Übertragung mit Leiterschleifen (Loops) zu ergänzen. Das ETCS verwendet die verschiedenen Zugbeeinflussungseinrichtungen in verschiedenen Ausrüstungsleveln. Im Level 1 werden Balisen und Loops verwendet, in Level 2 und 3 steht ein RBC zur Verfügung.

Auf Seiten des Zuges kommuniziert das Onboard-Gerät mit dem RBC oder empfängt die Informationen von den Balisen. Dieses Gerät umfaßt eine Reihe von Funktionen, die unabhängig vom Ausrüstungslevel immer verwendet werden, zum Beispiel bestimmte Geschwindigkeitsüberwachungen, aber auch Funktionen die nur in bestimmten Leveln Verwendung finden. Die Definition dieser Funktionen findet sich im System-Lastenheft (System Requirements Specification, SRS).

7.2 Vorgehensweise

7.2.1 Aufgabe

Die Modellierung des Onboard-Gerätes hat die Aufgabe, eine Netzstruktur zu erstellen, die die verschiedenen Funktionen der Spezifikation zu einer simulationsfähigen Einheit zusammenbindet.

Die einzelnen Funktionen des Onboard-Gerätes werden in der Spezifikation dargestellt. Aus der Summe der einzelnen Funktionen ergibt sich das Gesamtverhalten des Gerätes. Dieses Verhalten soll in einer Simulation sichtbar gemacht werden. Betrachtet werden sollen in diesem Fall nur die Level 2 und 3, die Funktionen, die nur in Level 1 verwendet werden, gehen nicht in die Modellierung mit ein.

7.2.2 Ziel

Die Modellierung der Spezifikation des Onboard-Gerätes hat das Ziel die einzelnen Funktionen, die in der Spezifikation enthalten sind, zu validieren und zu verifizieren.

Die zur Verfügung stehenden Eingangsdaten und die zu erzeugenden Ausgangsdaten sind für jede Funktion spezifiziert. Mit der Simulation soll gezeigt werden, daß alle diese Funktionen eine Gesamtaufgabe erfüllen. Mit einer Analyse soll der Beweis erbracht werden, daß die spezifizierten Funktionen bestimmten systematischen Bedingungen genügen.

7.2.3 Voraussetzungen und Annahmen

Es gibt in der Spezifikation eine allgemeine Definition des *train state*. Dieser dient vor allem der Übertragung der aktuellen Zugposition. An einigen Stellen werden durch die Übermittlung eines *train state* **implizit** weitere Informationen an das RBC gesendet. Um diese Trennung deutlicher hervorzuheben, wurde unterschieden zwischen *location reports*, die nur der Positionsbestimmung dienen, und *train states*, die implizit weitere Informationen liefern.

7.2.4 Lösungsansätze

Der Teil der Spezifikation die sich auf die Kommunikation mit dem RBC bezieht kann einzeln modelliert werden. Diese Art der Modellierung führt zu einem Netz, das zwar für Level 2 und 3 optimal ist, aber keine Möglichkeit bietet, zu einem späteren Zeitpunkt noch den Level 1 zu ergänzen.

Aus diesem Grunde wurde in der Modellierung der deutlich aufwendigere Weg beschritten, eine exakte Trennung vorzunehmen zwischen Funktionen, die nur in Level 2 und 3 verwendet werden und solchen, die in jedem Falle benötigt werden. In dieser Modellierung besteht daher schon ein leeres Netz auf dem gegebenenfalls die speziellen Funktionen für Level 1 ergänzt werden können.

7.3 Ergebnis

7.3.1 Modellbildung

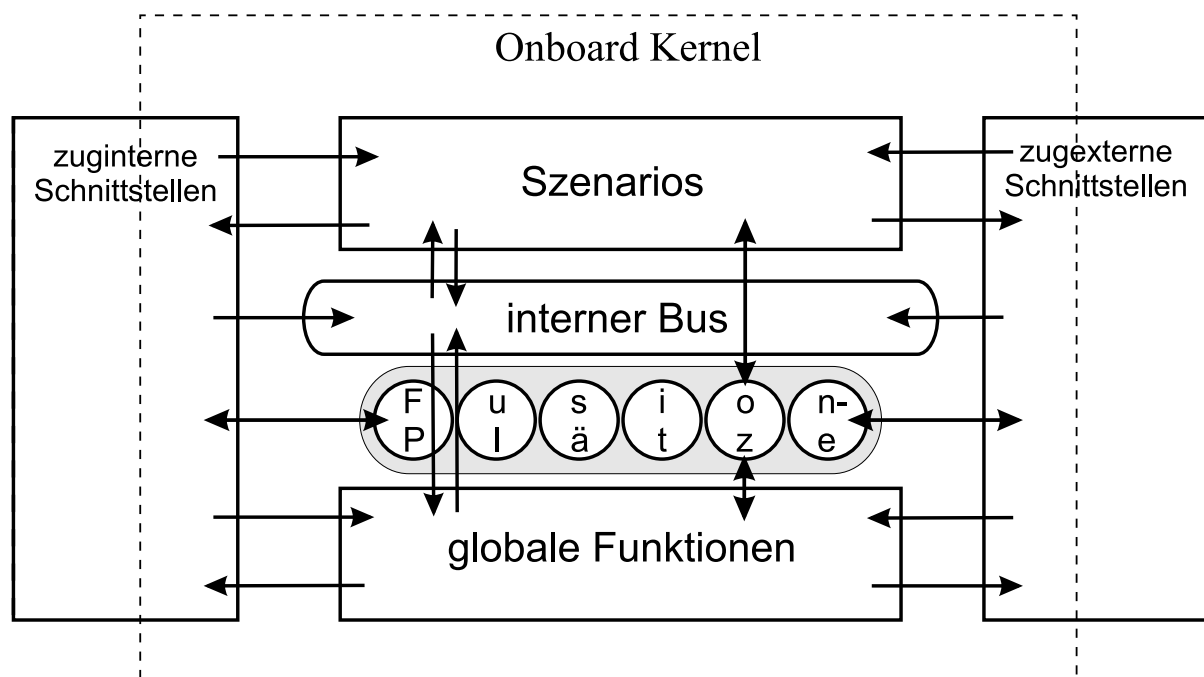
In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Netze dargestellt und kurz erläutert.

Alle Netze sind mit einer Nummer versehen, die ihre Einordnung in die Verfeinerungsstruktur abbildet. Das Netz *ETCS Process Model - Onboard* umfaßt sechs Instanzen, die verschiedene Funktionsgruppen enthalten. Die Instanzen *switch on onboard system* (1), *supervise speed* (2), *localization and supervision by balise or loop* (3) und *switch off onboard system* (6) stellen die Funktionen dar, die unabhängig vom Ausrüstungslevel immer gebraucht werden. Die Instanz *train management in level 2 and 3* beinhaltet alle Funktionen, die für die Level 2 und 3 spezifisch sind. Der Instanz *train management in level 1* fehlt noch die Verfeinerung, in der die Level 1-spezifischen Funktionen modelliert werden können.

7.3.1.1 Strukturkonzept des Onboard-Modells

Die Komponenten des Onboard-Modells sind in der folgenden Grafik schematisch dargestellt:

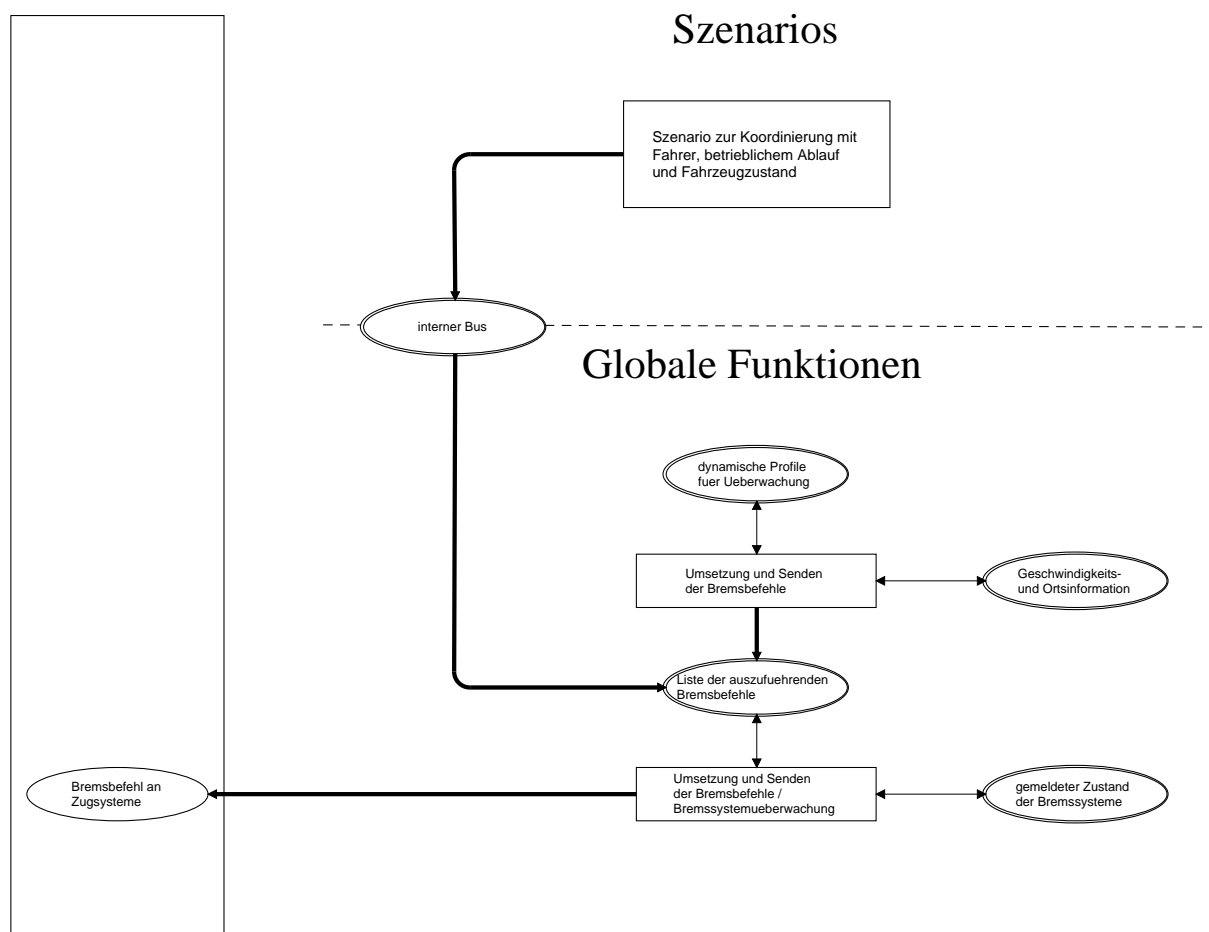
- Szenarios - betriebliche Abläufe, die in unterschiedlichen ERTMS-Ausrüstungsniveaus (Level) durch externe Ereignisse gestartet werden
- globale Funktionen - Funktionen, die unabhängig vom aktiven Level ablaufen, oder durch interne Datenspeicher gestartet werden.
- zuginterne Schnittstellen - Schnittstellen zu Geräten, die im Normalfall auf dem Fahrzeug angeordnet sind.
- zugexterne Schnittstellen - Schnittstellen zu Einrichtungen, die im Normalfall nicht auf dem Fahrzeug angeordnet sind.
- Fusion-Plätze - Konstrukt des verwendeten Tools Design/CPN; Plätze, die als allgemein verfügbare Speicher den Systemzustand charakterisieren.
- interner Bus - Fusion-Platz, der im Sinne eines internen Busses dem Datenaustausch der anderen Komponenten dient. Er besitzt keine Speicherfunktion.



7.3.1.2 Funktionsüberblick für die Bremsansteuerung

Die Entscheidung über das Auslösen eines Bremsbefehls treffen die Szenarios und Funktionen in denen die Überwachungsfunktionen mit den dazu notwendigen Daten vorliegen. Es besteht aber nur eine Schnittstelle zu den Bremsen über das TIU. Ein verteiltes Ansprechen dieser Schnittstelle würde einen erheblichen Aufwand zur Koordination der zu zugreifenden Netze notwendig machen. Deshalb ist die Ansteuerung der Bremsen in den Netzen im Kapitel 5.3.2 konzentriert. Alle Bremsbefehle werden über den Datenkanal „internal bus“ gesendet und dann von den Netzen unter 5.3.2 zusammengefaßt und aufbereitet. Damit braucht auch die Funktionalität zum Überwachen und Reagieren auf den aktuellen Status der Bremssysteme nicht diversitär ausgelegt zu werden.

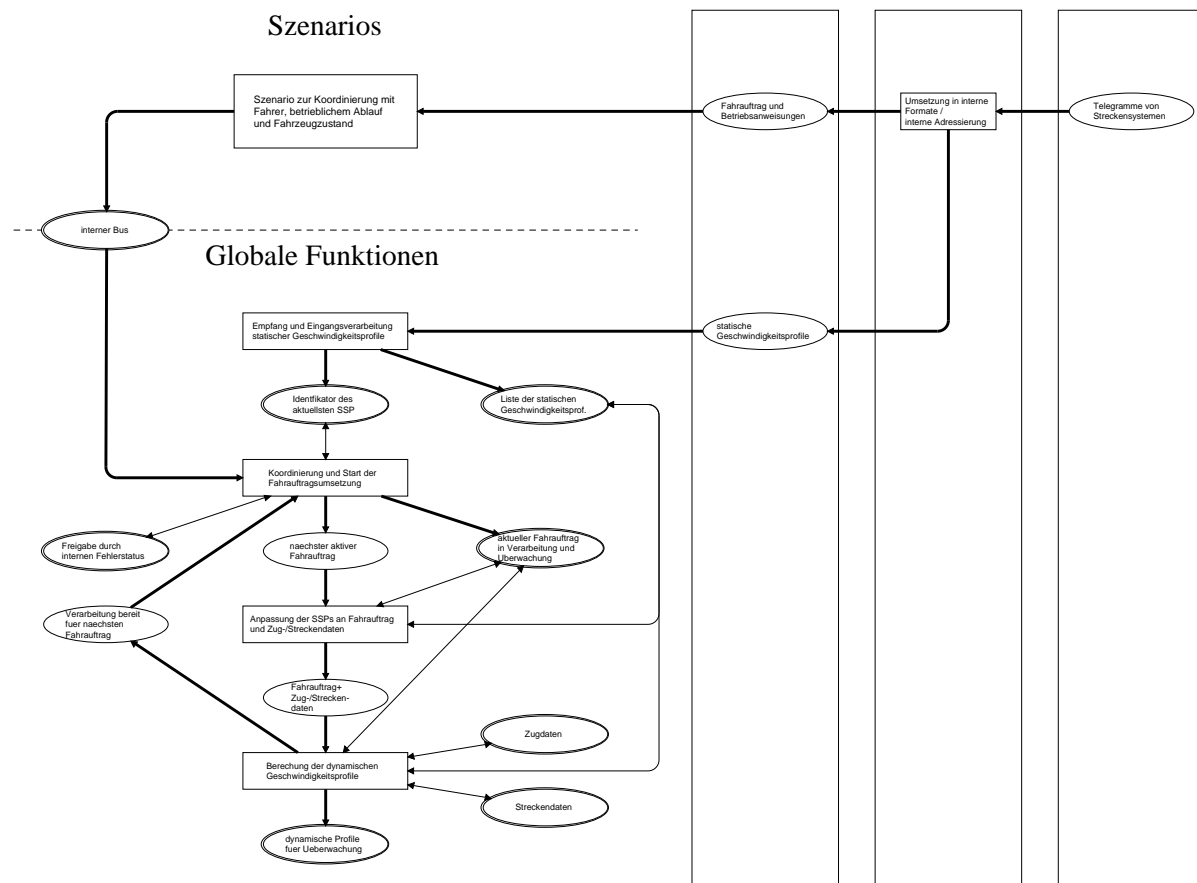
Im nachfolgenden Bild ist die Konzentration der Bremsbefehle und ihre gemeinsame Aufbereitung vor der Ansteuerung symbolisch dargestellt.



7.3.1.3 Funktionsüberblick für die Verarbeitung eines Fahrauftrags

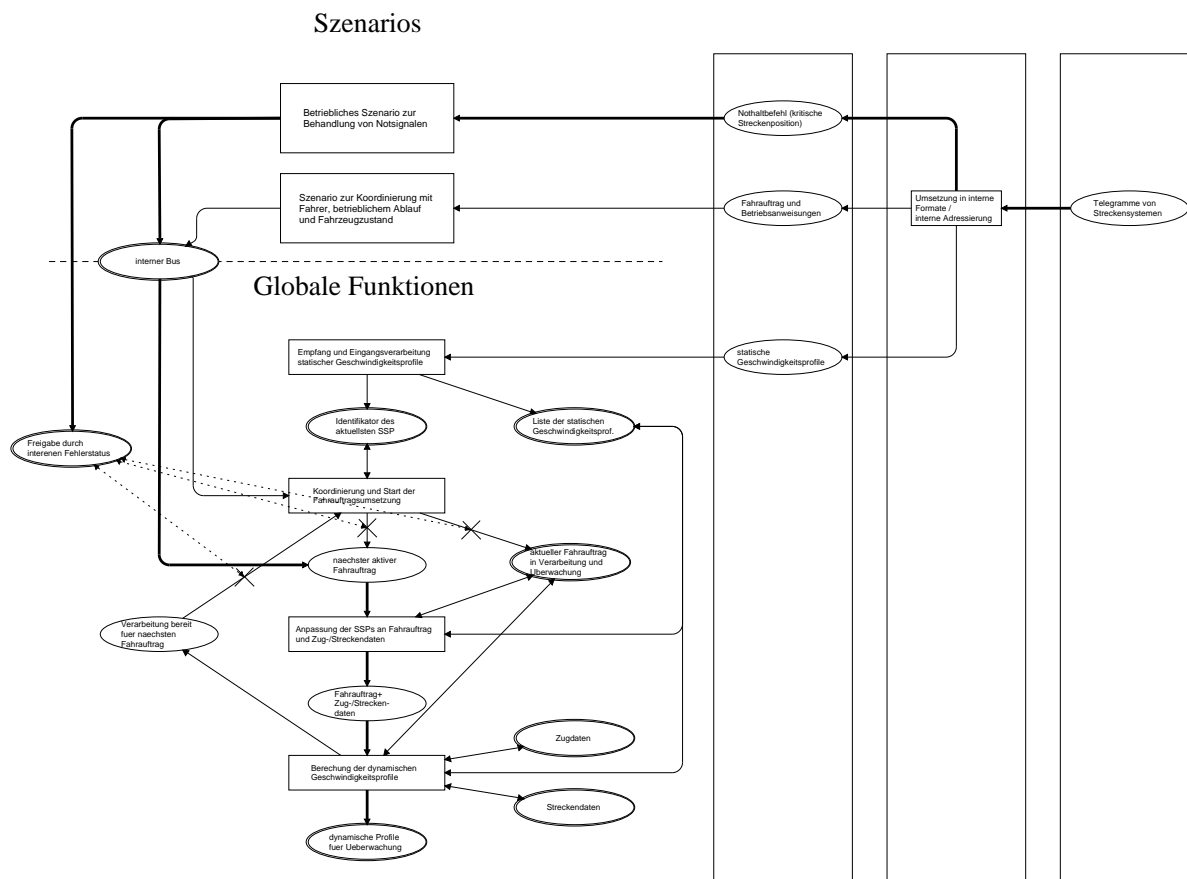
Ausgehend von der Schnittstelle werden die Daten des eigentlichen Fahrauftrags und eventuell daran gekoppelter Streckendaten getrennt verarbeitet.

Die Szenarios stellen die Zulassungsprüfung und Koordinierung der Fahraufträge sicher. Zur Verarbeitung werden sie über den internen Bus übertragen. Im ersten Schritt muß nun getestet werden, daß alle zugehörigen Streckendaten schon verarbeitet wurden, kein Notfallszenario aktiv ist (durch den internen Fehlerstatus) und das kein anderer Fahrauftrag sich noch in den Verarbeitungsfunktionen befindet. Daraufhin wird der Fahrauftrag gespeichert und eine Kette von Funktionen gestartet, an deren Ende als Ergebnis die dynamischen Geschwindigkeitskurven zur Überwachung der Zuggeschwindigkeit vorliegen. Wenn diese den Überwachungsfunktionen übergeben werden, wird auch der ersten Funktion der Kette mitgeteilt, daß die nächste Fahrauftragsbearbeitung beginnen kann.



7.3.1.4 Funktionsüberblick für die Bearbeitung eines Notfallszenarios am Beispiel des „Emergency Stop Space Critical“

Dieser Nothaltsbefehl stellt einen sehr verkürzten Fahrauftrag dar. Dieser wird jedoch in die Kette der Verarbeitungsfunktionen der Fahraufträge zu einem späteren Punkt eingeschleust als ein normaler Fahrauftrag. Deren Szenarios bleiben von dem Nothaltsbefehl unbeeinflusst. Die über den internen Bus weitergegebenen Daten können jedoch nicht mehr verarbeitet werden, da die erste Koordinierungsfunktion vom Fehlerstatus blockiert wird. Der Nothaltsbefehl durchläuft die Kette der Funktionen bis hin zu den dynamischen Geschwindigkeitsprofilen die dann überwacht werden. Nach der Aufhebung des Nothaltsbefehls wird die Blockade der Fahrauftragsverarbeitung wieder aufgehoben und die zwischenzeitlich aufgelaufenen Fahraufträge werden entsprechend ihrer Eingangsreihenfolge verarbeitet.



7.3.2 Netze

□ I Onboard - Interface Layer

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Einbindung des Onboard-Modells in die externen Kommunikationsschnittstellen. Die Schnittstellen besitzen eine weniger anwendungsbezogene als vielmehr modellimplementatorische Funktionalität und enthalten den schnittstellenspezifischen Teil der Testumgebung.

Aktivierung:

Da auf dieser Ebene als funktionale Elemente ausschließlich Instanzen vorhanden sind, ist eine Beschreibung der Aktivierung des Netzes unzweckmäßig. Das Netz hat ausschließlich Dekompositionscharakter.

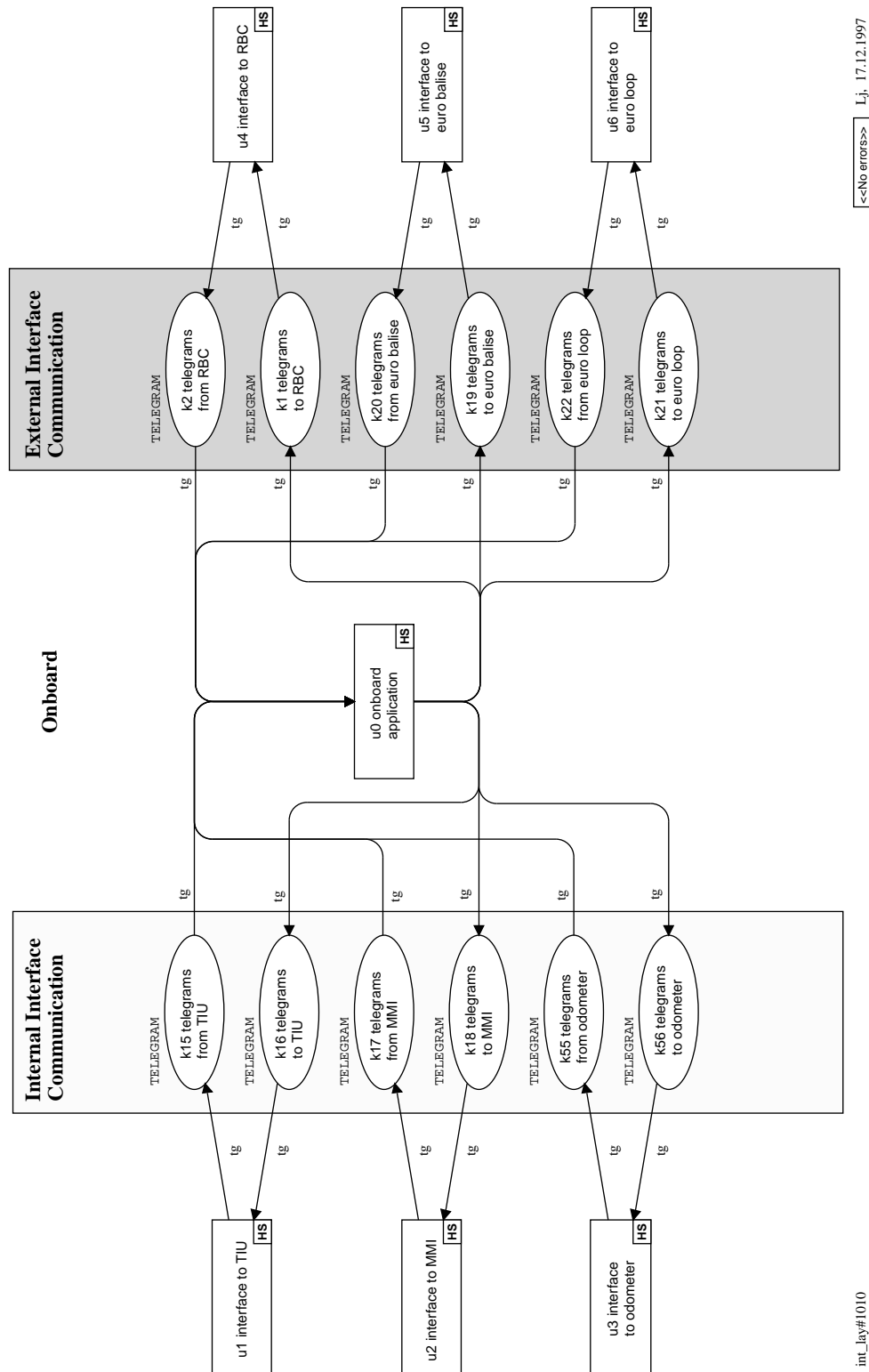
Beschreibung:

Die Instanz **u0** repräsentiert die Anwendungsfunktionalität des Onboard-Modells.

Allgemein übernehmen die Instanzen der Schnittstellen **u1** bis **u6** die schnittstellenspezifische Generierung a priori definierter Telegramme. Sie erhalten ihre Anregung von der Testseite.

Im einzelnen repräsentieren **u1** die Schnittstelle zum TIU, **u2** die Schnittstelle zum MMI, **u3** die Schnittstelle zum Odometer, **u4** die Funkschnittstelle zum RBC, **u5** die Schnittstelle zur Balise bzw. zum Balisenleser und schließlich **u6** die Schnittstelle zum Linienleiter.

I Onboard - Interface Layer



int_lay#1010

<<No errors>> Lj, 17.12.1997

□ I.1 Onboard Test Environment - TIU Interface

Inhalt/Aufgabe:

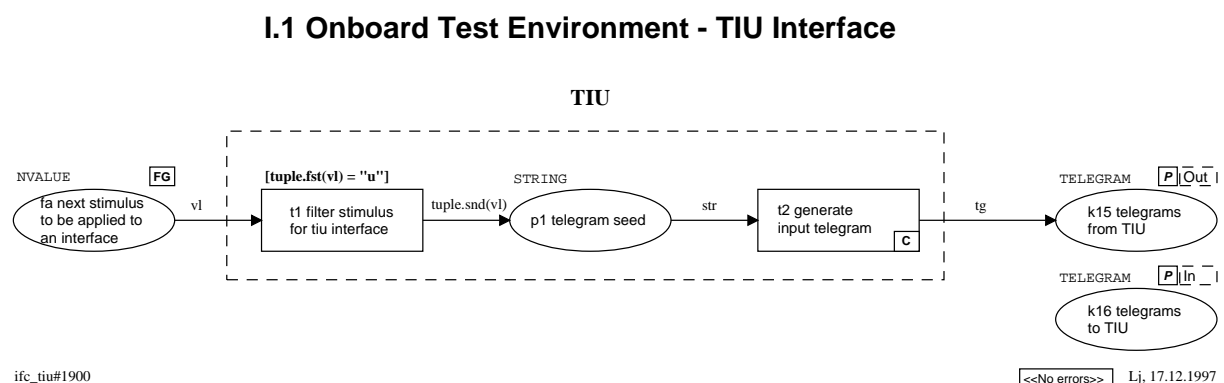
Das Netz realisiert die anwenderfreundliche Generierung von Anregungen vom TIU für die Schnittstelle zum Onboard-System durch Vorgabe von festgelegten Schlüsselwörtern zur Auswahl von vordefinierten Telegrammen.

Aktivierung:

Das Netz wird durch Markierung von **fa** durch das allgemeine Testnetz aktiviert, wobei die Marke ein Zwei-Tupel mit dem Wert „t“ in der ersten Komponente enthalten muß. In der zweiten Komponente steht ein bezogen auf das Schnittstellennetz eindeutiges Schlüsselwort, welches das zu generierende Telegramm bezeichnet.

Beschreibung:

Falls die zuvor beschriebene Bedingung zutrifft, zieht **t1** die Marke von **fa** ab und legt deren zweite Komponente mit dem Schlüsselwort auf **p1**. **t2** nimmt die Marke mit dem Schlüsselwort von **p1** und generiert das gewünschte Telegramm konkreten, a priori definierten Inhalts, das auf **k15** abgelegt wird.



□ I.2 Onboard Test Environment - MMI Interface

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz realisiert die anwenderfreundliche Generierung von Anregungen vom MMI für die Schnittstelle zum Onboard-System durch Vorgabe von festgelegten Schlüsselwörtern zur Auswahl von vordefinierten Telegrammen.

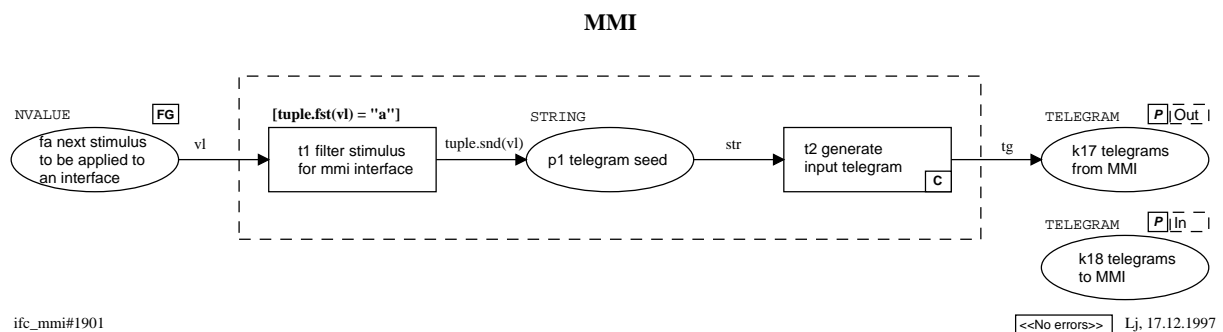
Aktivierung:

Das Netz wird durch Markierung von **fa** durch das allgemeine Testnetz aktiviert, wobei die Marke ein Zwei-Tupel mit dem Wert „a“ in der ersten Komponente enthalten muß. In der zweiten Komponente steht ein bezogen auf das Schnittstellennetz eindeutiges Schlüsselwort, welches das zu generierende Telegramm bezeichnet.

Beschreibung:

Falls die zuvor beschriebene Bedingung zutrifft, zieht **t1** die Marke von **fa** ab und legt deren zweite Komponente mit dem Schlüsselwort auf **p1**. **t2** nimmt die Marke mit dem Schlüsselwort von **p1** und generiert das gewünschte Telegramm konkreten, a priori definierten Inhalts, das auf **k17** abgelegt wird.

I.2 Onboard Test Environment - MMI Interface



□ I.3 Onboard Test Environment - Odometer Interface

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz realisiert die anwenderfreundliche Generierung von Anregungen vom Odometer für die Schnittstelle zum Onboard-System durch Vorgabe von festgelegten Schlüsselwörtern zur Auswahl von vordefinierten Telegrammen. Im wesentlichen dient das Netz zur Generierung eines Telegrammtyps, der die aktuelle Zeit für das Onboard-System liefert sowie den aktuellen Odometer-Stand und die aktuelle gemessene Geschwindigkeit des Zuges enthält.

Aktivierung:

Das Netz wird durch Markierung von **fa** durch das allgemeine Testnetz aktiviert, wobei die Marke ein Zwei-Tupel mit dem Wert „odo“ in der ersten Komponente enthalten muß. In der zweiten Komponente steht ein bezogen auf das Schnittstellennetz eindeutiges Schlüsselwort, welches das zu generierende Telegramm bezeichnet.

Beschreibung:

Falls die zuvor beschriebene Bedingung zutrifft, zieht **t1** die Marke von **fa** ab und legt deren zweite Komponente mit dem Schlüsselwort auf **p1** ab. Es gibt ein allgemeines Schema, nachdem für die Odometer-Schnittstelle erlaubte Schlüsselwörter aus einem Buchstaben gefolgt von einem Gleichheitszeichen gefolgt von einem in der Regel numerischen Parameter aufgebaut sein sollen. Der erste Buchstabe, entweder „o“ (für Odometerzähler) oder „t“ (für Zeit) oder „v“ (für Geschwindigkeit) legt die weitere Verarbeitung fest, indem per Schaltbedingung entweder **t2** oder **t3** oder **t4** konzessioniert wird.

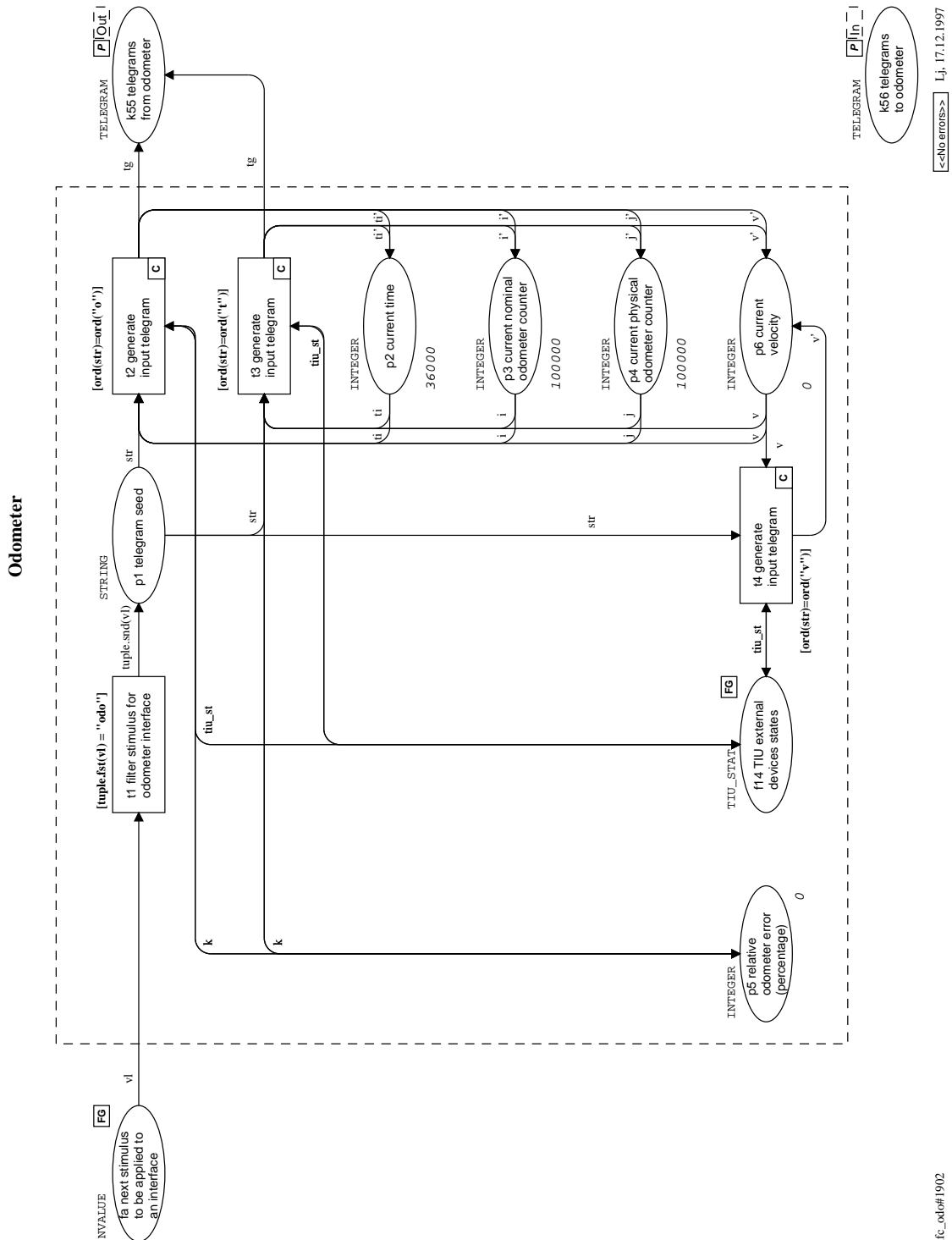
Die Plätze **p2**, **p3**, **p4** und **p6** repräsentieren den letzten berechneten fahrdynamischen Zustand, auf dessen Basis das neue Odometer-Telegramme von **t2** bzw. **t3** generiert wird. **p2** beschreibt den jeweils letzten Zeitpunkt der Sendung eines Odometer-Telegramms, **p3** den letzten nominellen Odometerwert bzgl. eines als wahr angenommenen Streckenkoordinatensystems in Odometerkoordinaten, **p4** den letzten von der Wegmeßeinrichtung ermittelten (gemessenen) Stand des Odometerzählers und **p6** die letzte gemessene Geschwindigkeit des Zuges. **p5** enthält den relativen Fehler des Odometers in Prozent, der die inkrementelle Abweichung des physikalischen Odometerzählers **p4** bzgl. des nominellen Odometerzählers **p3** bestimmt.

Falls **t2** schaltet, wird der numerische Parameter in dem Schlüsselwort von **p1** als neuer nomineller Odometerstand interpretiert. **t2** berechnet dafür ausgehend vom letzten berechneten Fahrdynamikzustand die noch fehlenden Daten (Zeit, physikalischer Odometerzähler, Geschwindigkeit), speichert sie wieder auf **p2**, **p3**, **p4** und **p6** ab und generiert das entsprechende Odometer-Telegramm auf **k55**. In die Fahrdynamik-Berechnung geht dabei auch der Aktivierungszustand der Bremsen über den TIU-Status **f14** mit ein.

Falls **t3** schaltet, wird der numerische Parameter in dem Schlüsselwort von **p1** als neuer Zeitpunkt interpretiert. **t3** berechnet dafür ausgehend vom letzten berechneten Fahrdynamikzustand die noch fehlenden Daten (nomineller und physikalischer Odometerzähler sowie Geschwindigkeit), speichert sie wieder auf **p2**, **p3**, **p4** und **p6** ab und generiert das entsprechende Odometer-Telegramm auf **k55**. Der Aktivierungszustand der Bremsen geht wieder über den TIU-Status **f14** mit in die Berechnung ein.

Falls **t4** schaltet, wird der numerische Parameter in dem Schlüsselwort von **p1** als neue Geschwindigkeit interpretiert. **t4** setzt die Geschwindigkeit **p6** im Fahrdynamikzustand neu, ohne die anderen Größen zu verändern oder ein Odometer-Telegramm zu generieren. Die Geschwindigkeit bleibt unverändert, wenn laut TIU-Status **f14** die Bremsen aktiviert sind.

I.3 Onboard Test Environment - Odometer Interface



□ I.4 Onboard Test Environment - RBC Interface

Inhalt/Aufgabe:

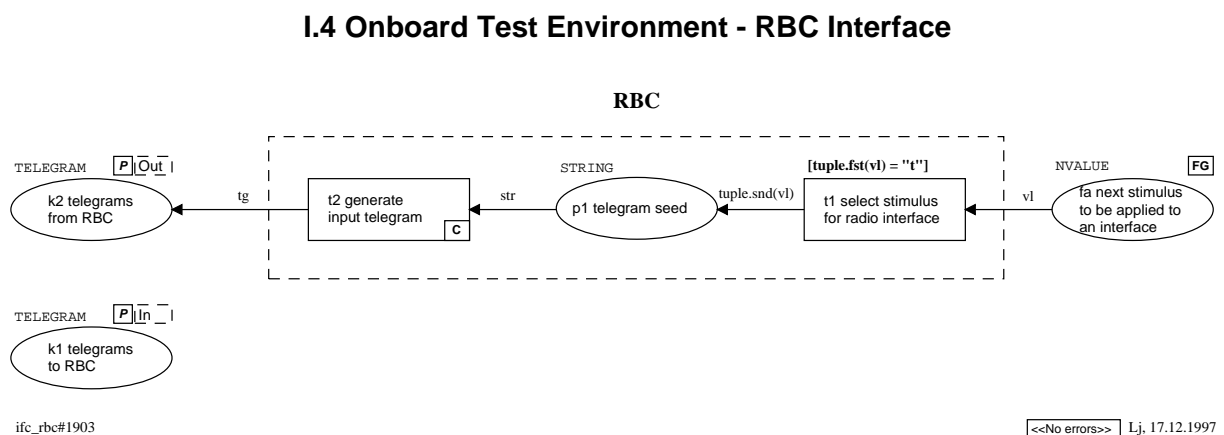
Das Netz realisiert die anwenderfreundliche Generierung von Anregungen vom RBC für die Schnittstelle zum Onboard-System durch Vorgabe von festgelegten Schlüsselwörtern zur Auswahl von vordefinierten Telegrammen.

Aktivierung:

Das Netz wird durch Markierung von **fa** durch das allgemeine Testnetz aktiviert, wobei die Marke ein Zwei-Tupel mit dem Wert "t" in der ersten Komponente enthalten muß. In der zweiten Komponente steht ein bezogen auf das Schnittstellennetz eindeutiges Schlüsselwort, welches das zu generierende Telegramm bezeichnet.

Beschreibung:

Falls die zuvor beschriebene Bedingung zutrifft, zieht **t1** die Marke von **fa** ab und legt deren zweite Komponente mit dem Schlüsselwort auf **p1**. **t2** nimmt die Marke mit dem Schlüsselwort von **p1** und generiert das gewünschte Telegramm konkreten, a priori definierten Inhalts, das auf **k2** abgelegt wird.



□ I.5 Onboard Test Environment - Balise Interface

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz realisiert die anwenderfreundliche Generierung von Anregungen vom Balisenleser für die Schnittstelle zum Onboard-System durch Vorgabe von festgelegten Schlüsselwörtern zur Auswahl unter vordefinierten Telegrammen.

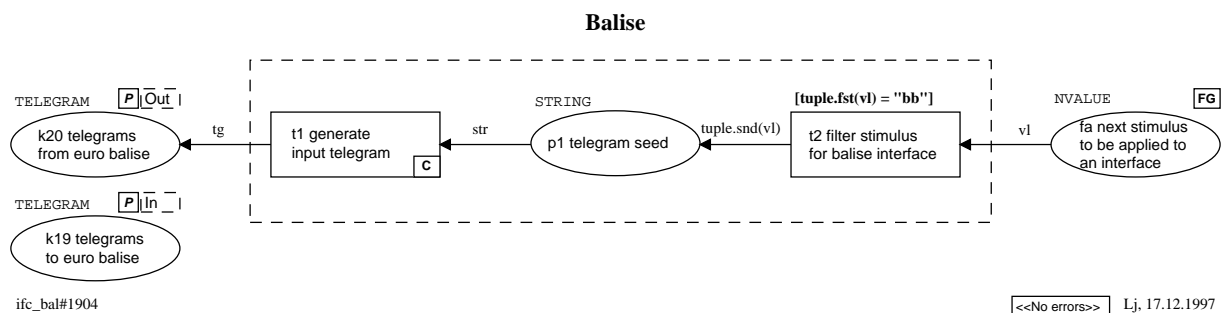
Aktivierung:

Das Netz wird durch Markierung von **fa** durch das allgemeine Testnetz aktiviert, wobei die Marke ein Zwei-Tupel mit dem Wert "bb" in der ersten Komponente enthalten muß. In der zweiten Komponente steht ein bezogen auf das Schnittstellennetz eindeutiges Schlüsselwort, welches das zu generierende Balisentelegramm bezeichnet.

Beschreibung:

Falls die zuvor beschriebene Bedingung zutrifft, zieht **t2** die Marke von **fa** ab und legt deren zweite Komponente mit dem Schlüsselwort auf **p1**. **t1** nimmt die Marke mit dem Schlüsselwort von **p1** und generiert das gewünschte Telegramm konkreten, a priori definierten Inhalts, das auf **k20** abgelegt wird.

I.5 Onboard Test Environment - Balise Interface



□ A Onboard - Application Layer

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Dekomposition der Anwendungsfunktionalität des Onboard-Modells in einen Hauptverarbeitungsteil sowie für jede Schnittstelle des Onboard-Systems eine separate Vor- und Nachverarbeitung.

Aktivierung:

Da auf dieser Ebene als funktionale Elemente ausschließlich Instanzen vorhanden sind, ist eine Beschreibung der Aktivierung des Netzes unzweckmäßig. Das Netz hat ausschließlich Dekompositionscharakter und setzt die in Instanzen beschriebenen Aktivitäten in eine statische Reihenfolge: Vorverarbeitung, Hauptverarbeitung und Nachverarbeitung.

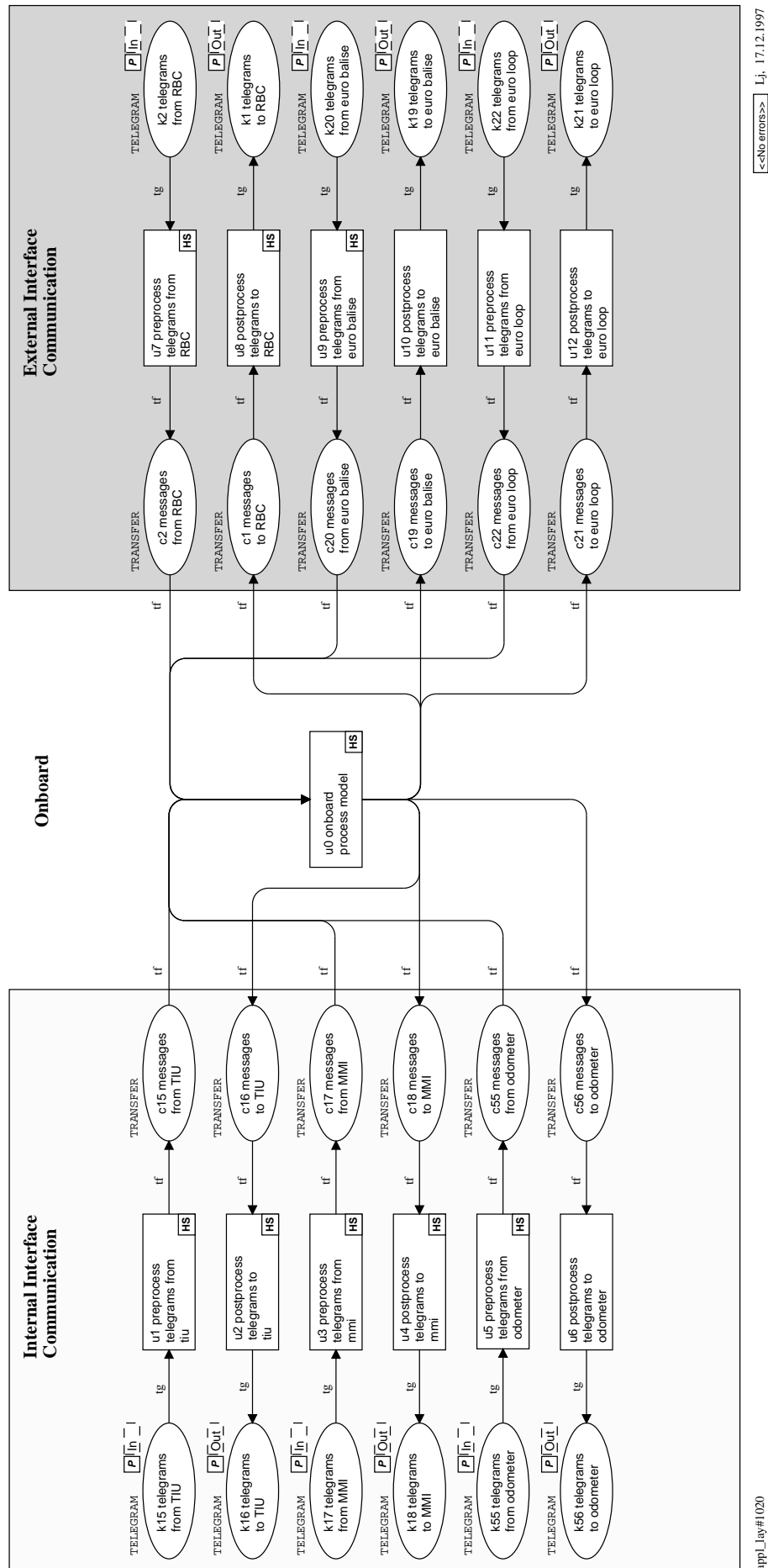
Beschreibung:

Die Instanz **u0** repräsentiert die Funktionalität der Hauptverarbeitung des Onboard-Modells.

Allgemein übernehmen die Instanzen der Vor- und Nachverarbeitung **u1** bis **u12** jene Funktionen, die für alle Telegramme an einer Schnittstelle unabhängig von ihrem Typ oder ihrem Inhalt auszuführen sind. Dazu gehören beispielsweise die Protokollierung von ein- und ausgehenden Telegrammen oder die Entscheidung, ob eingehenden Balisentelegramme verarbeitet werden dürfen.

Im einzelnen repräsentieren **u1** die Vorverarbeitung von Telegrammen vom TIU, **u2** die Nachverarbeitung von Telegrammen zum TIU, **u3** die Vorverarbeitung von Telegrammen vom MMI, **u4** die Nachverarbeitung von Telegrammen zum MMI, **u5** die Vorverarbeitung von Telegrammen vom Odometer, **u6** die Nachverarbeitung von Telegrammen zum Odometer, **u7** die Vorverarbeitung von Telegrammen vom RBC, **u8** die Nachverarbeitung von Telegrammen zum RBC, **u9** die Vorverarbeitung von Telegrammen von Balisen, **u10** die Nachverarbeitung von Telegrammen zu Balisen, **u11** die Vorverarbeitung von Telegrammen vom Linienleiter und schließlich **u12** die Nachverarbeitung von Telegrammen zum Linienleiter.

A Onboard - Application Layer



□ A.1 Preprocess Telegrams from TIU

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die allgemeine Vorverarbeitung von Telegrammen nach ihrem Empfang an der Schnittstelle zum TIU.

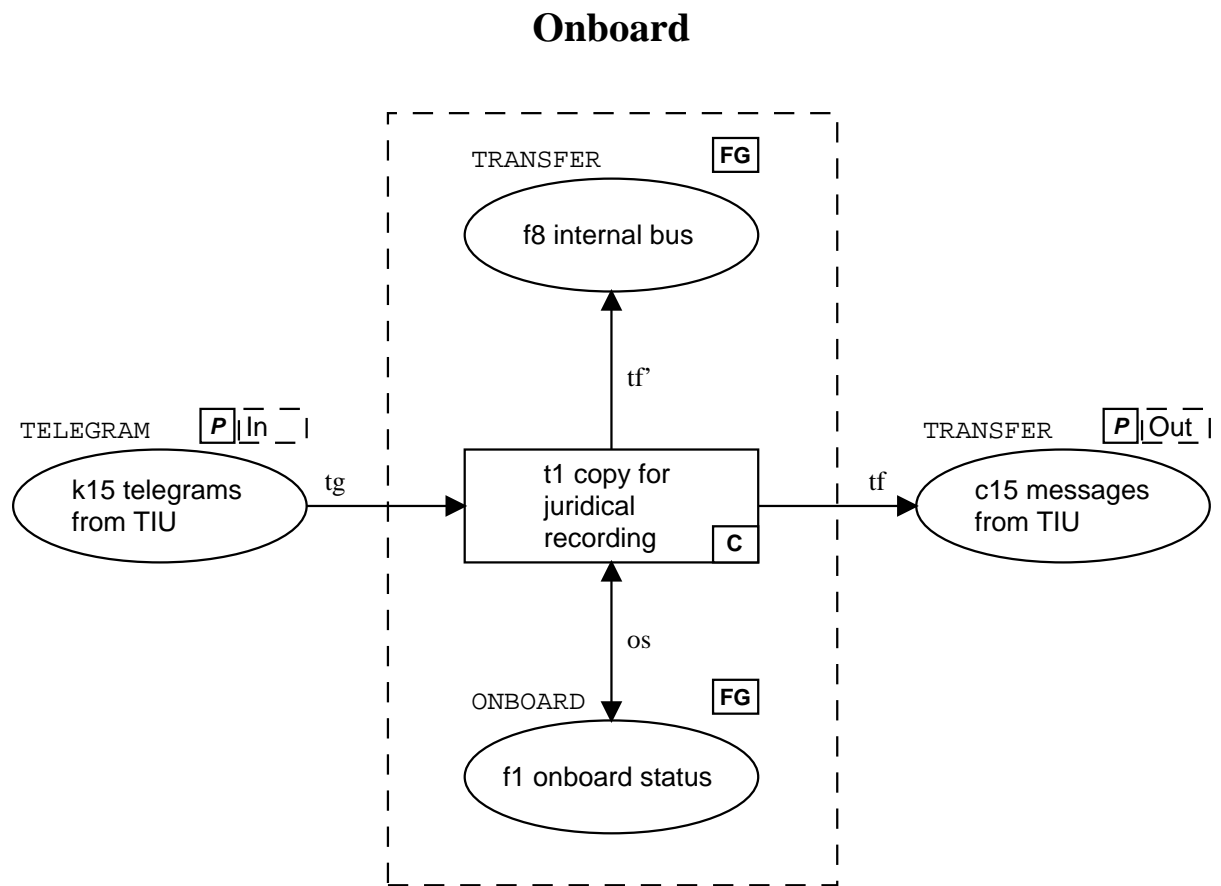
Aktivierung:

Das Netz wird aktiviert durch den Empfang eines Telegramms vom TIU, das auf **k15** bereitgestellt wird.

Beschreibung:

t1 zieht die Marke von **k15** ab und faßt das Telegramm mit ergänzenden Daten (Zeitstempel des Empfangs und Typ/Kanal des Senders) in einer TRANSFER-Struktur zusammen. Telegrammtyp und Kennung des Senders werden für TIU-Telegramme nicht benötigt und standardmäßig gesetzt. Der Eintrag für die Adressierung wird initialisiert. Die von **t1** erzeugte Struktur wird auf **c15** und außerdem in Kopie auf den internen Bus **f8** gelegt und an das Netz "Juridical Recordings" zur Aufzeichnung des empfangenen Telegramms gesendet (Adressierung: record_in). Telegramme vom TIU werden im Modell des Onboard-Systems zentral in einem Hauptverarbeitungsnetz behandelt. Das Telegramm wird demnach nur in einfacher Anzahl auf dem Platz **c15** für die sich anschließende Hauptverarbeitung abgelegt.

A.1 Preprocess Telegrams from TIU



pre_tiu#1100

<<No errors>> Lj, 17.12.1997

□ A.2 Postprocess Telegrams to TIU

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die allgemeine Nachverarbeitung von zu sendenden Telegrammen vor ihrer Versendung an der Schnittstelle zum TIU.

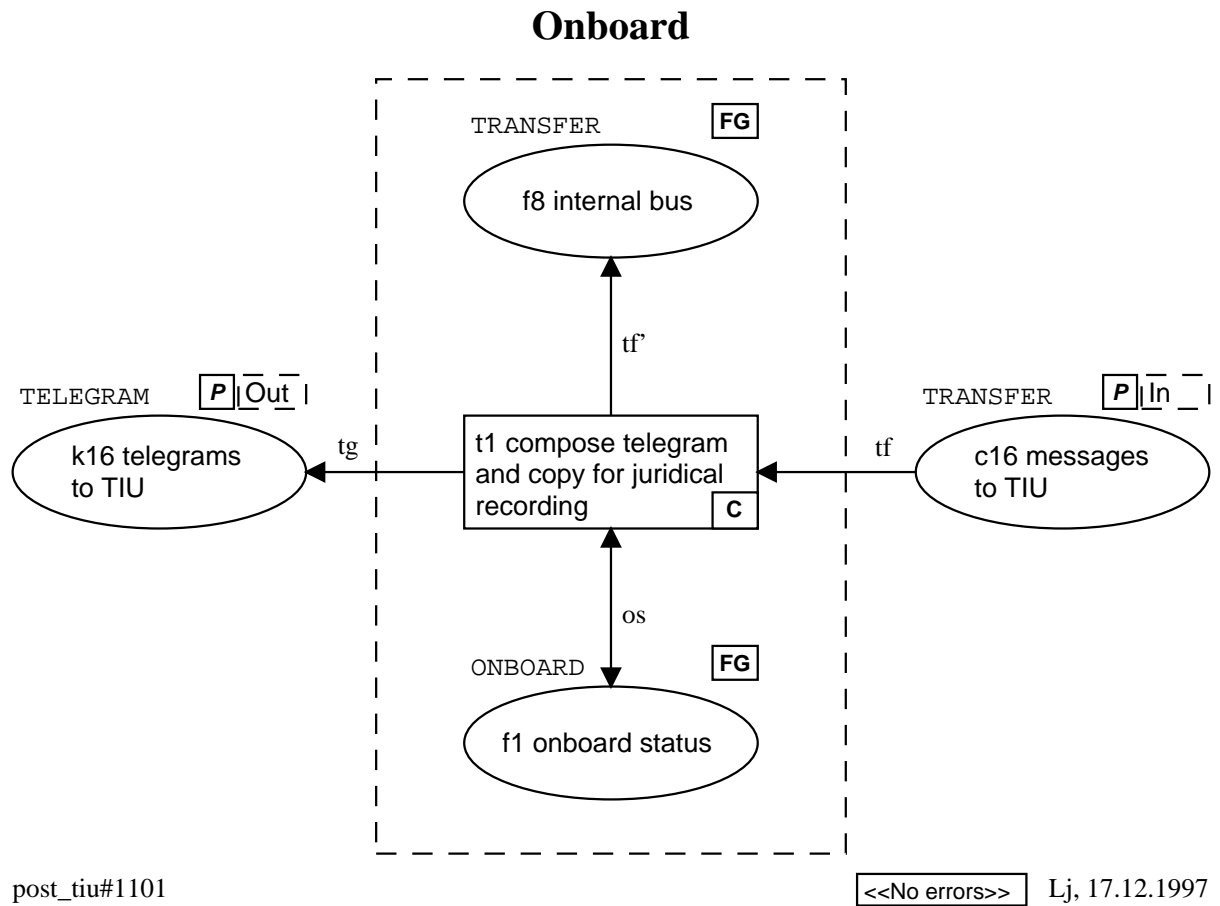
Aktivierung:

Das Netz wird dadurch aktiviert, daß die Hauptverarbeitung ein an das TIU zu versendendes Telegramm als Marke auf **c16** bereitstellt.

Beschreibung:

t1 zieht die Marke von **c16** ab, setzt in der Struktur ergänzende Daten und kodiert die Variableninhalte binär. Diese Struktur wird auf den internen Bus **f8** gelegt und an das Netz "Juridical Recordings" zur Aufzeichnung des zu versendenden Telegramms weitergeleitet (Adressierung: record_out). Außerdem legt **t1** das reine Telegramm als Marke auf **k16** für die Versendung durch das TIU-Schnittstellennetz bereit.

A.2 Postprocess Telegrams to TIU



□ A.3 Preprocess Telegrams from MMI

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die allgemeine Vorverarbeitung von Telegrammen nach ihrem Empfang an der Schnittstelle zum MMI.

Aktivierung:

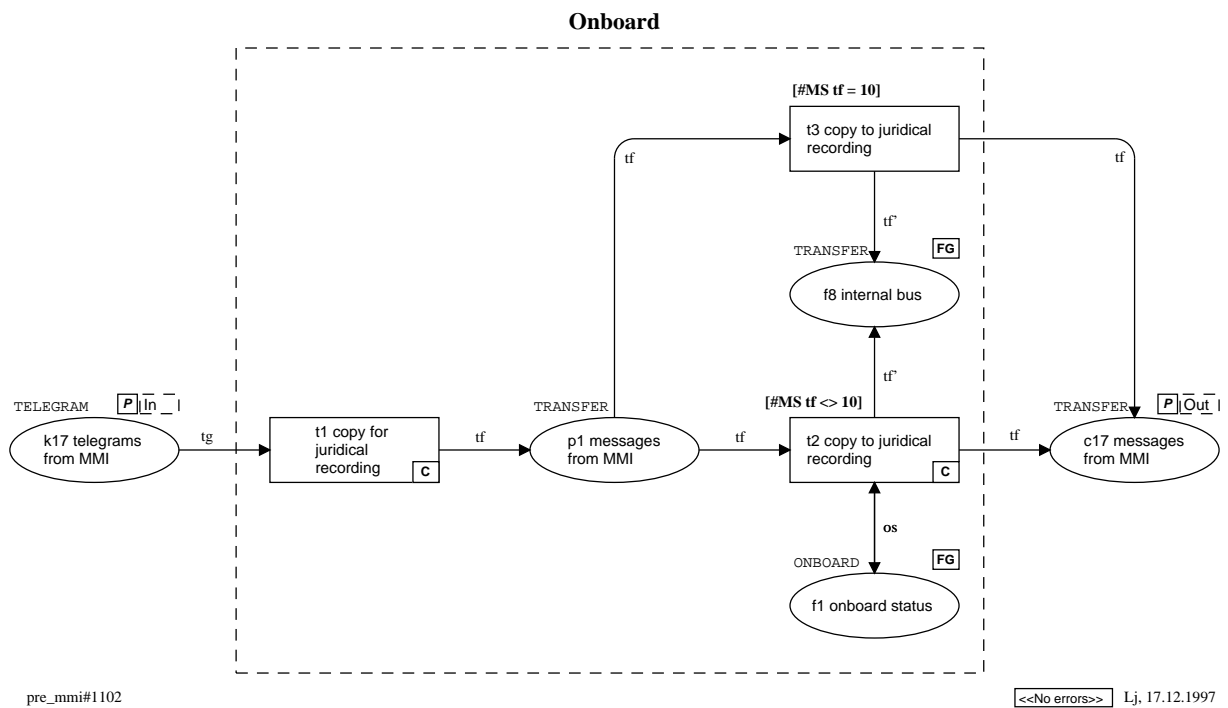
Das Netz wird aktiviert durch den Empfang eines Telegramms vom MMI, das auf **k17** bereitgestellt wird.

Beschreibung:

t1 zieht die Marke von **k17** ab, extrahiert aus dem MMI-Telegramm den Telegrammtyp und faßt das Telegramm mit ergänzenden Daten (dem extrahierten Telegrammtyp und Typ/Kanal des Senders) in einer TRANSFER-Struktur zusammen. Die Kennung des Senders wird für MMI-Telegramme nicht benötigt und standardmäßig gesetzt. Der Zeitstempel des Empfangs wird zunächst mit 0 vorinitialisiert. Weiterhin werden die Einträge für Adressierung und Paket vorinitialisiert. Die von **t1** erzeugte Struktur wird auf **p1** abgelegt.

Für die weitere Vorverarbeitung nimmt, falls es sich nicht um ein Telegramm vom Typ 10 handelt, **t3** die Marke von **p1**, setzt in der Struktur den Zeitstempel auf die aktuelle Onboard-Zeit aus **f1** und legt die Struktur auf **c17** ab. Außerdem wird sie in Kopie auf den internen Bus **f8** gelegt und an das Netz "Juridical Recordings" zur Aufzeichnung des empfangenen Telegramms gesendet wird (Adressierung: record_in). Für den Telegrammtyp 10, der das Öffnen und Schließen des MMI meldet, erfolgt dieser Verarbeitungsschritt in leicht abgewandelter Form, da der Zeitstempel nicht auf die aktuelle Onboard-Zeit gesetzt wird, sondern auf 0 bleibt.

A.3 Preprocess Telegrams from MMI



□ A.4 Postprocess Telegrams to MMI

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die allgemeine Nachverarbeitung von zu sendenden Telegrammen vor ihrer Versendung an der Schnittstelle zum MMI.

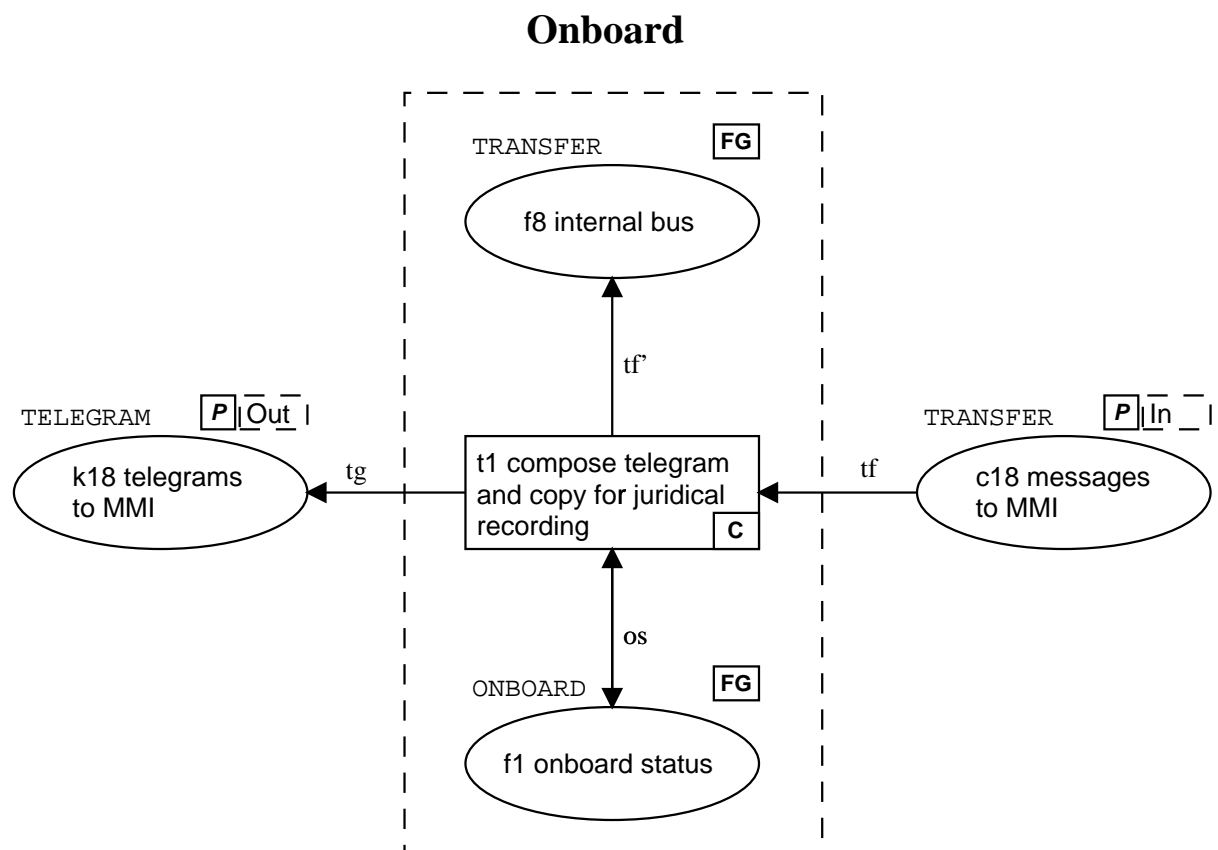
Aktivierung:

Das Netz wird dadurch aktiviert, daß die Hauptverarbeitung ein an das MMI zu versendendes Telegramm als Marke auf **c18** bereitstellt.

Beschreibung:

t1 zieht die Marke von **c18** ab, setzt in der Struktur ergänzende Daten und kodiert die Variableninhalte binär. Diese Struktur wird auf den internen Bus **f8** gelegt und an das Netz "Juridical Recordings" zur Aufzeichnung des zu versendenden Telegramms weitergeleitet (Adressierung: record_out). Außerdem legt **t1** das reine Telegramm als Marke auf **k18** für die Versendung durch das MMI-Schnittstellennetz bereit.

A.4 Postprocess Telegrams to MMI



post_mmi#1103

<<No errors>> Lj, 17.12.1997

□ A.5 Preprocess Telegrams from Odometer

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die allgemeine Vorverarbeitung von Telegrammen nach ihrem Empfang von der Schnittstelle zum Odometer.

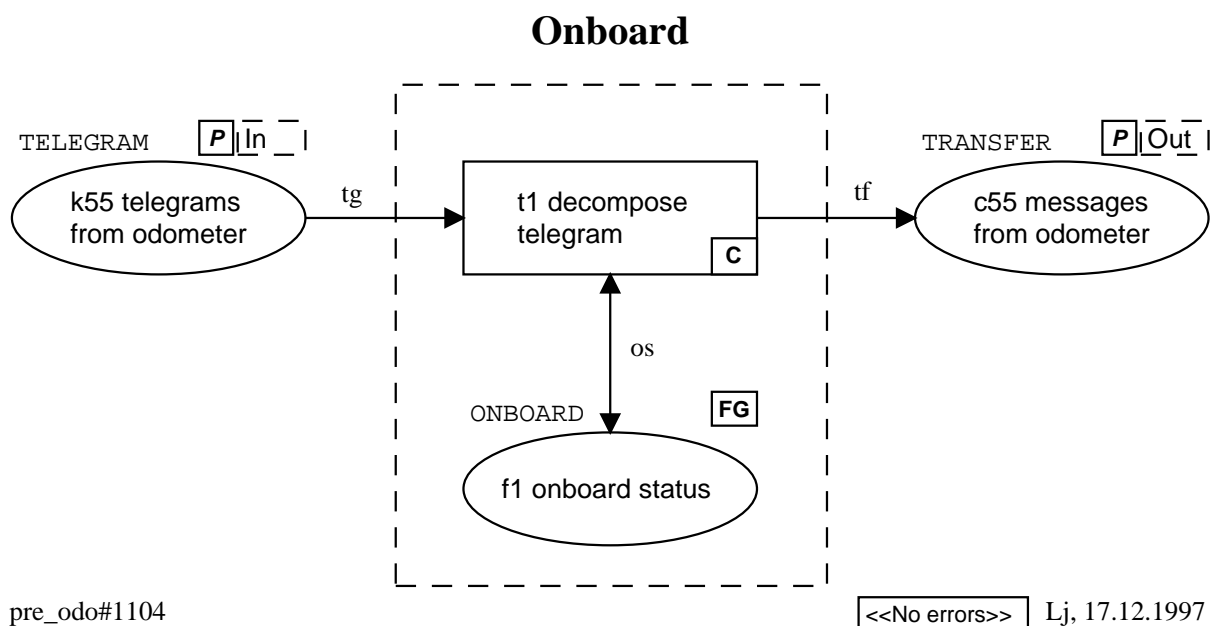
Aktivierung:

Das Netz wird aktiviert durch den Empfang eines Telegramms vom Odometer, das auf **k55** bereitgestellt wird.

Beschreibung:

t1 zieht die Marke von **k55** ab und faßt das Telegramm mit ergänzenden Daten (Zeitstempel des Empfangs und Typ/Kanal des Senders) in einer TRANSFER-Struktur zusammen. Telegrammtyp und Kennung des Senders werden für Odometertelegramme nicht benötigt und standardmäßig gesetzt. Die Einträge für Adressierung und Paket werden initialisiert. Die von **t1** erzeugte Struktur wird auf **c55** für die sich anschließende Hauptverarbeitung abgelegt. Die Weiterleitung einer Kopie des Odometertelegramms über den internen Bus an das Netz "Juridical Recordings" erfolgt nicht, da die Protokollierung der empfangenen Daten mittelbar über den Onboard-Status erfolgt.

A.5 Preprocess Telegrams from Odometer



□ A.7 Preprocess Telegrams from RBC

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die allgemeine Vorverarbeitung von Funktelegrammen nach ihrem Empfang von der Schnittstelle zum RBC (kurz: RBC-Schnittstelle).

Aktivierung:

Das Netz wird aktiviert durch den Empfang eines Funktelegramms vom RBC, das auf **k2** bereitgestellt wird.

Beschreibung:

t3 zieht die Marke von **k2** ab, extrahiert aus dem Funktelegramm den Telegrammtyp und faßt es mit ergänzenden Daten (dem extrahierten Telegrammtyp, Zeitstempel des Empfangs, Typ/Kanal des Senders) in einer TRANSFER-Struktur zusammen. Die Einträge für Adressierung und Paket werden initialisiert. Die von **t3** erzeugte Struktur wird auf **p2** abgelegt und außerdem eine Kopie auf den internen Bus **f8** gelegt und an das Netz "Juridical Recordings" zur Aufzeichnung des empfangenen Telegramms gesendet (Adressierung: record_in).

Die Transitionen **t2** und **t1** vervielfältigen diese Marke dann so oft, wie sich parallele Verarbeitungswege an die Vorverarbeitung anschließen. Dies hängt vom jeweiligen Telegramminhalt ab. Dabei bestimmt **t2** die Anzahl der benötigten Kopien mit den unterschiedlichen Adressierungen und legt eine Liste mit diesen Kopien auf **p1**. **t1** vereinzelt diese Liste zu entsprechend vielen Marken mit je einer Kopie, die auf **c2** für die sich anschließende Hauptverarbeitung abgelegt werden.

□ A.8 Postprocess Telegrams to RBC

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die allgemeine Nachverarbeitung von zu sendenden Telegrammen vor ihrer Versendung an der Funkschnittstelle zum RBC.

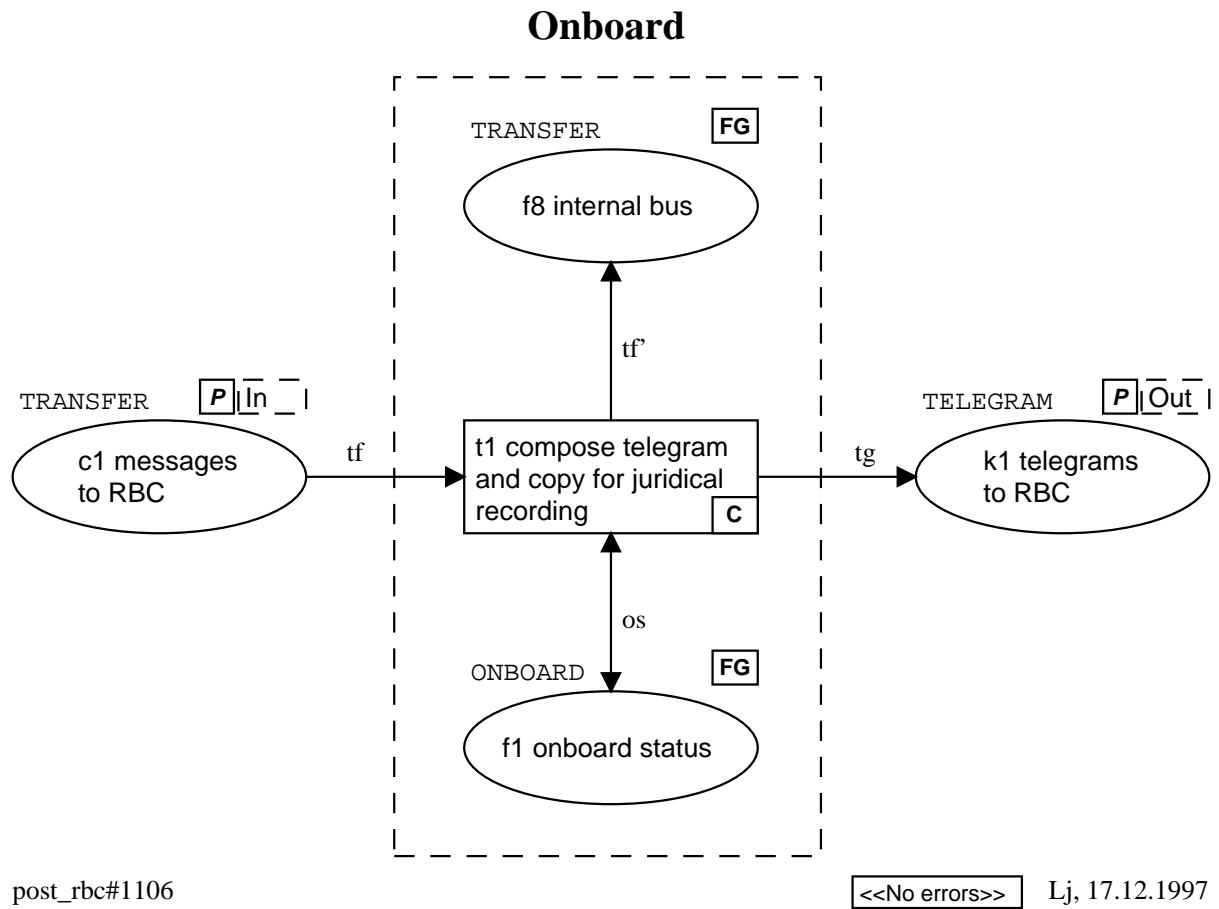
Aktivierung:

Das Netz wird dadurch aktiviert, daß die Hauptverarbeitung ein an das RBC zu versendendes Telegramm als Marke auf **c1** bereitstellt.

Beschreibung:

t1 zieht die Marke von **c1** ab, vervollständigt das Telegramm, setzt in der Struktur ergänzende Daten und kodiert die Variableninhalte binär. Diese Struktur wird auf den internen Bus **f8** gelegt und an das Netz "Juridical Recordings" zur Aufzeichnung des zu versendenden Telegramms weitergeleitet (Adressierung: record_out). Weiterhin wird das Telegramm von **t1** direkt für die Protokollierung der Luftschnittstelle aufgezeichnet. Außerdem legt **t1** das reine Telegramm als Marke auf **k1** für die Versendung durch das RBC-Schnittstellennetz bereit.

A.8 Postprocess Telegrams to RBC



□ A.9 Preprocess Telegrams from Balise

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die allgemeine Vorverarbeitung von Balisentelegrammen nach ihrem Empfang von der Schnittstelle zum Balisenleser (kurz: Balisenschnittstelle).

Aktivierung:

Es wird aktiviert durch den Empfang eines Balisentelegramms, das auf **k20** bereitgestellt wird.

Beschreibung:

t3 zieht die Marke von **k20** ab, extrahiert aus dem Balisentelegramm die Balisenkennung und faßt es mit ergänzenden Daten (Zeitstempel des Empfangs, Typ/Kanal und Kennung des Senders) in einer TRANSFER-Struktur zusammen. Ein Telegrammtyp wird für Balisentelegramme nicht benötigt und standardmäßig auf 1 gesetzt. Die Einträge für Adressierung und Paket werden initialisiert. Die von **t3** erzeugte Struktur wird auf **p2** abgelegt und außerdem eine Kopie auf den internen Bus **f8** gelegt und an das Netz "Juridical Recordings" zur Aufzeichnung des empfangenen Telegramms gesendet (Adressierung: record_in).

In **u1** erfolgt die Überprüfung des empfangenen Balisentelegramms anhand der gespeicherten Kopplungsinformationen. Wird die Verarbeitung des Balisentelegramms als zulässig erkannt, so erscheint es auf **p3**. Die Transitionen **t2** und **t1** vervielfältigen diese Marke dann so oft, wie sich parallele Verarbeitungswege an die Vorverarbeitung anschließen. Dies hängt vom jeweiligen Telegramminhalt ab. Dabei bestimmt **t1** die Anzahl der benötigten Kopien mit den unterschiedlichen Adressierungen und legt eine Liste mit diesen Kopien auf **p1**. **t2** vereinzelt diese Liste zu entsprechend vielen Marken mit je einer Kopie, die auf **c20** für die sich anschließende Hauptverarbeitung abgelegt werden.

Falls in **u1** festgestellt wird, daß das Auffinden der Balise nicht zu den Kopplungsinformationen paßt, wird die Balise als nicht gekoppelt behandelt. Das Telegramm erscheint dann auf **p4** mit einer den Fehlertyp enthaltenden Adressierung an das Fehlerbehandlungsnetz für Balisenlesefehler. **t5** legt das Telegramm direkt auf **c20** zur weiteren Verarbeitung durch das Fehlerbehandlungsnetz. Die üblichen Kopien des Balisentelegramms für die Hauptverarbeitung werden im Fehlerfall nicht erzeugt.

□ A.9.1 Supervise Linking Information

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Überprüfung, ob gelesene Balisentelegramme verwendet werden können. Die Überprüfung erfolgt anhand der gespeicherten Kopplungsinformationen für Balisen.

Aktivierung:

Das Netz wird dadurch aktiviert, daß von der Balisenschnittstelle eine Marke mit einem zu überprüfenden Telegramm auf **p2** abgelegt wird. Als weitere Möglichkeit kommt beim Nichtlesen einer gemäß den gespeicherten Kopplungsinformationen **f15** erwarteten Balise die Aktivierung von **t5** durch einen entsprechenden Odometerzähler im Onboard-Status **f1** in Betracht.

Beschreibung:

Für den Fall, daß ein gelesenes Balisentelegramm auf **p2** zur Überprüfung vorliegt, zieht **t11** die Marke ab, extrahiert die Balisenkennung, legt diese mit der Zeit und dem Odometerzähler aus dem Onboard-Status auf **p1** ab und speichert das Telegramm auf **p10**. Für den nächsten Schritt gibt es vier Möglichkeiten:

Falls die Balise gekoppelt ist und innerhalb des zulässigen Fensters gelesen wird, schaltet **t1**, überführt die entsprechenden Kopplungsinformationen von **f15** nach **p8** und legt die Marke von **p1** nach **p7**. Wenn laut Kopplungsinformation der Odometer an der Balise kalibriert werden darf, zieht **t6** die Marken von **p7** und **p8** ab, führt die Kalibrierung des Odometerzählers im Onboard-Status **f1** durch, speichert dort die wichtigsten Balisendaten in einer Liste ab und markiert **p9**. Andernfalls schaltet **t7** analog zu **t6** jedoch ohne Durchführung der Kalibrierung.

Falls die Balise nicht gekoppelt ist oder Kopplungsinformationen zwar einmal vorgelegen haben, aber bereits gelöscht worden sind, schaltet **t2** und zieht die Marken von **p1** und **p10** ab, ohne eine weitere Reaktion auszulösen.

Falls noch gar keine Kopplungsdaten vorliegen, wird die Balise ungeprüft verarbeitet. Dazu legt **t3** die Marke von **p1** nach **p6**. Danach speichert **t8** die wichtigsten Balisendaten im Onboard-Status **f1** ab und markiert **p9**.

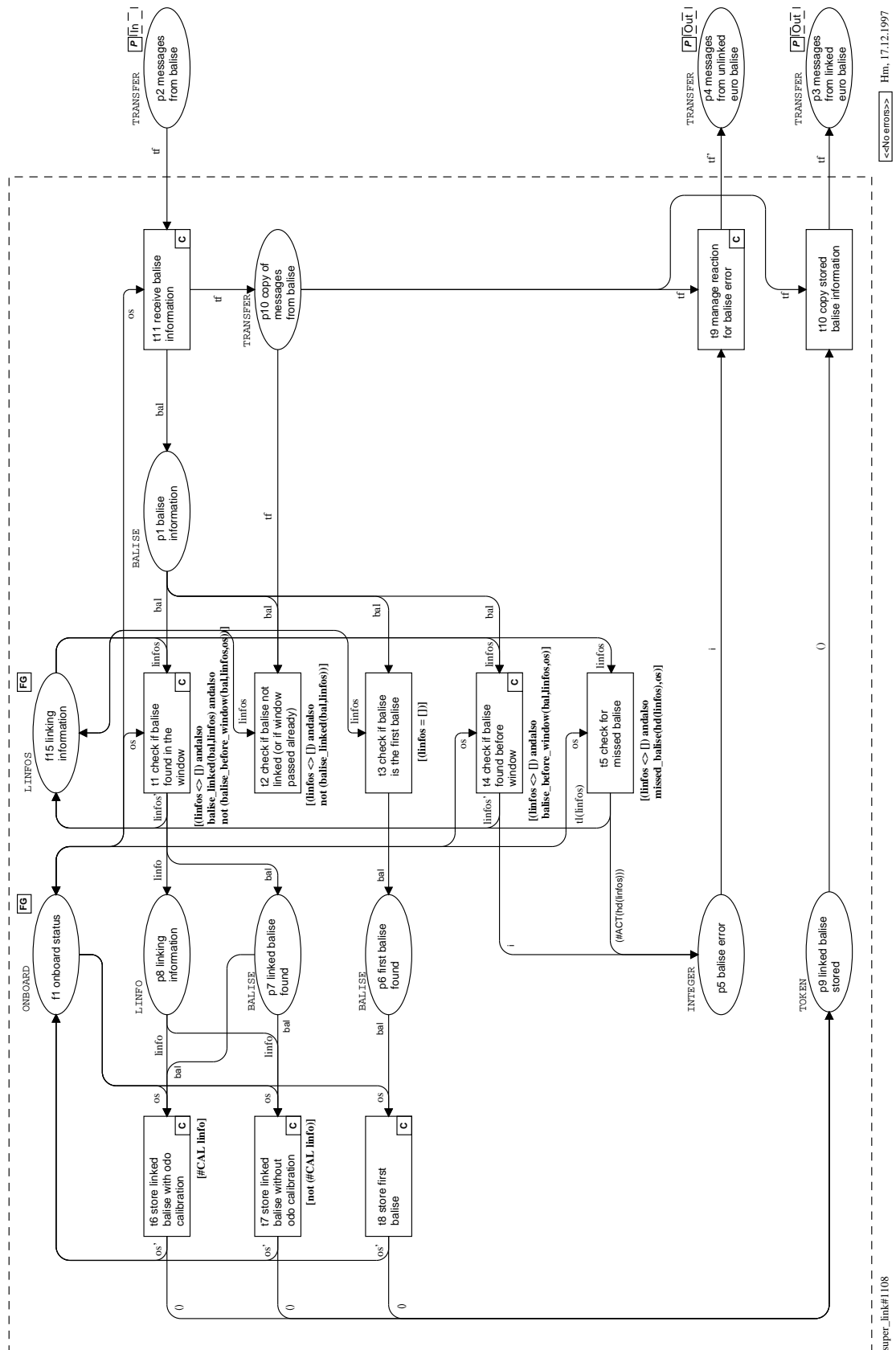
Falls die Balise vor Beginn des zulässigen Fensters gelesen wird, schaltet **t4**, zieht die Marke von **p1** ab, ermittelt die Fehlerreaktion **p5** aus den entsprechenden Kopplungsinformationen und löscht letztere von **f15**.

Für die anfänglich beschriebene zweite Aktivierungsmöglichkeit, d. h. falls eine gemäß den gespeicherten Kopplungsinformationen **f15** erwartete Balise im zulässigen Fenster nicht gelesen wird, ermittelt **t5** die Fehlerreaktion **p5** aus den Kopplungsinformationen zur nicht gefundenen Balise und löscht letztere von **f15**.

Bei Erkennung eines Balisenfehlers zieht **t9** die Marke von **p5** ab und legt das nicht zu verarbeitende Balisentelegramm **p10** mit einer entsprechenden Adressierung zur Durchführung der Fehlerreaktion auf **p4** bereit. Bei einem zulässigen Balisentelegramm zieht **t10** die Marke von **p9** ab und legt das zu verarbeitende Balisentelegramm **p10** zur weiteren Verarbeitung auf **p3** bereit.

A.9.1 Supervise Linking Information

Onboard



□ 0 Onboard - Process Model

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz „Onboard - Process Model“ ist die oberste Ebene des eigentlichen Modells der Funktionalität und Ablauflogik der Informationsverarbeitungsprozesse im Onboard-Gerät. In ihm erfolgt die Aufteilung der Beschreibungsanteile auf Szenarios und globale Funktionen.

Beschreibung:

Die globalen Funktionen werden alle durch die Instanz **u5** repräsentiert und in unterlagerten Netzen verfeinert. Die Szenarios werden nach den Ausrüstungsebenen von ETCS gruppiert und in diesem Netz in drei Instanzen zusammengefaßt.

Jedes Szenario ist genau einem der Level zugeordnet, in dem das Triebfahrzeug bzw. der Zug fahren muß, wenn es Anwendung finden soll. Die Wahl des Level, in dem ein Triebfahrzeug fährt, hängt sowohl von der Ausrüstungsebene des Zuges als auch von der des Streckenbereiches ab, in dem der Zug sich bewegt.

Ein Szenario, bei dem das Triebfahrzeug in Level 1 (ETCS-ausgerüsteter Zug auf ETCS-ausgerüsteter Strecke ohne Funkabdeckung/RBC) fährt, ist demnach in der Verfeinerung der Instanz **u3** zu finden. Analog verhält es sich mit Szenarios in Level 0 (nicht ETCS-ausgerüstete Strecke) und Level 2/3 (ETCS-ausgerüstete Strecke und Zug ohne/mit zugehöriger Vollständigkeitskontrolle).

Die Instanz **u1** repräsentiert den Teil des Modells, der sowohl die physikalische also auch die logische An- und Abschaltung des Onboard-Gerätes beschreibt. Über den Platz **p1** erfolgt die Abschaltung des Onboard-Gerätes aus einem anderen Level heraus.

Der Übergang des Triebfahrzeugs in einen anderen Level (auch nach erfolgter Anschaltung des Onboard-Gerätes) erfolgt über den entsprechenden Platz von **p2**, **p3** oder **p4**.

Die Plätze zu allen Kommunikationsschnittstellen sind von der übergeordneten Ebene übernommen, jedoch für die externen Kommunikationsschnittstellen nur die innere Reihe der Plätze, deren Datenformat an den internen Verteilungsmechanismus angepaßt ist (vgl. Netz der Adaptionsebene).

□ 1 Switch on/off

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die verschiedenen Aktivitäten und Teilabläufe sowie deren Aneinanderreihung in der Start-Up-Phase, insbesondere das Öffnen und Schließen des MMI, den Selbsttest sowie die verschiedenen Varianten beim Awakening, abhängig vom Level und der Verfügbarkeit sicherer Zustandsinformationen.

Das Netz hat überwiegend Dekompositionscharakter und setzt die in Instanzen beschriebenen einzelnen Aktivitäten in eine statische Reihenfolge. Die Ablaufmöglichkeiten der in diesem Netz zusammengefaßten Unternetzen lassen sich dennoch grob anhand der Verbindungsstruktur der Instanzen in diesem Netz beschreiben.

Aktivierung:

Die Aktivierung der Netzkomposition erfolgt durch die Meldung der Schließung des MMI, die in **u1** empfangen und verarbeitet wird.

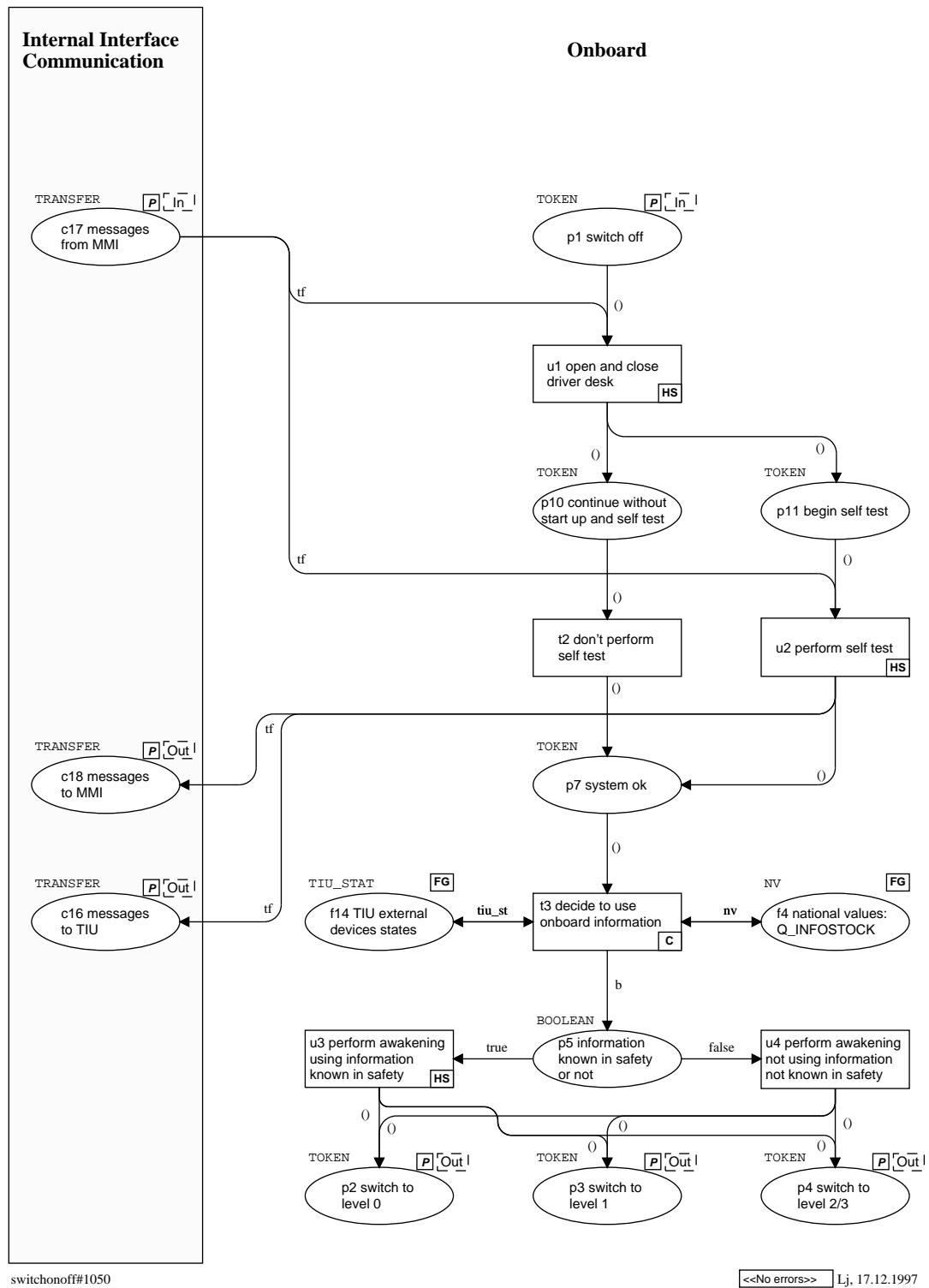
Beschreibung:

Nachdem dasselbe oder ein anderes MMI wieder geöffnet worden ist, wobei dieses Ereignis ebenfalls in **u1** verarbeitet wird, wird aus **u1** heraus **p10** markiert, falls kein Selbsttest durchgeführt werden braucht.

Andernfalls wird **p11** markiert. Im ersten Fall schaltet **t2** und markiert **p7**, d. h. das Fahrzeug wird mit seinen über die TIU am Onboard-System angekoppelten Geräten als fehlerfrei angenommen. Andernfalls erfolgt in **u2** ein ein- oder ggf. mehrmalig durchlaufender Selbsttest, bei dessen erfolgreichem Abschluß ebenfalls aus **u2** heraus **p7** markiert wird. Die Verarbeitung beim entgültigen Scheitern des Selbsttests wird im Isolation-Netz fortgeführt.

Falls die im Onboard-System gespeicherten Informationen sicher sind und verwendet werden dürfen, zieht **u3** die Marke von **p7** ab und markiert entweder **p2** oder **p3** oder **p4** zur Aktivierung des entsprechenden Level-Netzes. Andernfalls erfolgt dies in **u4**, wobei hier zusätzlich der Level im Dialog mit dem Triebfahrzeugführer über das MMI bestimmt wird.

1 Switch On/Off



□ 1.1 Power On/Off

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt alle Aktivitäten, die mit dem Öffnen und Schließen eines MMI und mit dem physikalischen Anschalten und Abschalten des Onboard-Systems zusammenhängen.

Aktivierung:

Das Netz wird im Zusammenhang mit der Schließung bzw. Öffnung eines MMI durch ein entsprechendes Telegramm **ma10** aktiviert. Eine weitere Anregung bei schon ausgeschaltetem MMI stellt das physikalische Ausschalten des Onboard-Systems durch Markierung von **p14** dar.

Beschreibung:

Das Netz wird zunächst durch die Ausschaltmeldung des MMI über **ma10** und das Schalten von **t1** aktiviert. Dabei wird im Onboard-Status **f1** die Betriebsart auf "PO" umgeschaltet und **p2** markiert. Außerdem setzt **t1** das Zeitlimit für das Wiederanschalten desselben MMI **p7** und merkt sich das zuletzt geöffnete MMI **p8** und die vorherige Betriebsart vor der Umschaltung nach "PO" **p9**.

Die Betriebsartumschaltung führt im bisher aktiven Level-Netz zur Markierung von **p1**, so daß daraufhin **t2** schaltet und auf **p3** ablegt, ob ein Bewegungsmelder für das abgeschaltete Fahrzeug existiert. Ist das der Fall, so erzeugt **t3** ein Telegramm zur Aktivierung des Bewegungsmelders an die TIU. Sobald die Rückmeldung vom TIU über die erfolgte Aktivierung im Speicher für den TIU-Status **f14** vermerkt ist, zieht **t4** die Marke von **p4** ab und markiert **p5**. Damit ist die Anregung der Schließung des MMI verarbeitet.

Durch manuelle Markierung von **p14** kann das Modell in den physikalischen Ausschalt-Zustand überführt werden. Die Instanz **u1** zieht die Marken von allen Fusion-Places ab und sichert die aktuellen Speicherbelegungen für ein Wiederanschalten des Onboard-Systems. Die Marke auf **p14** wird dazu abgezogen und **p6** wird markiert.

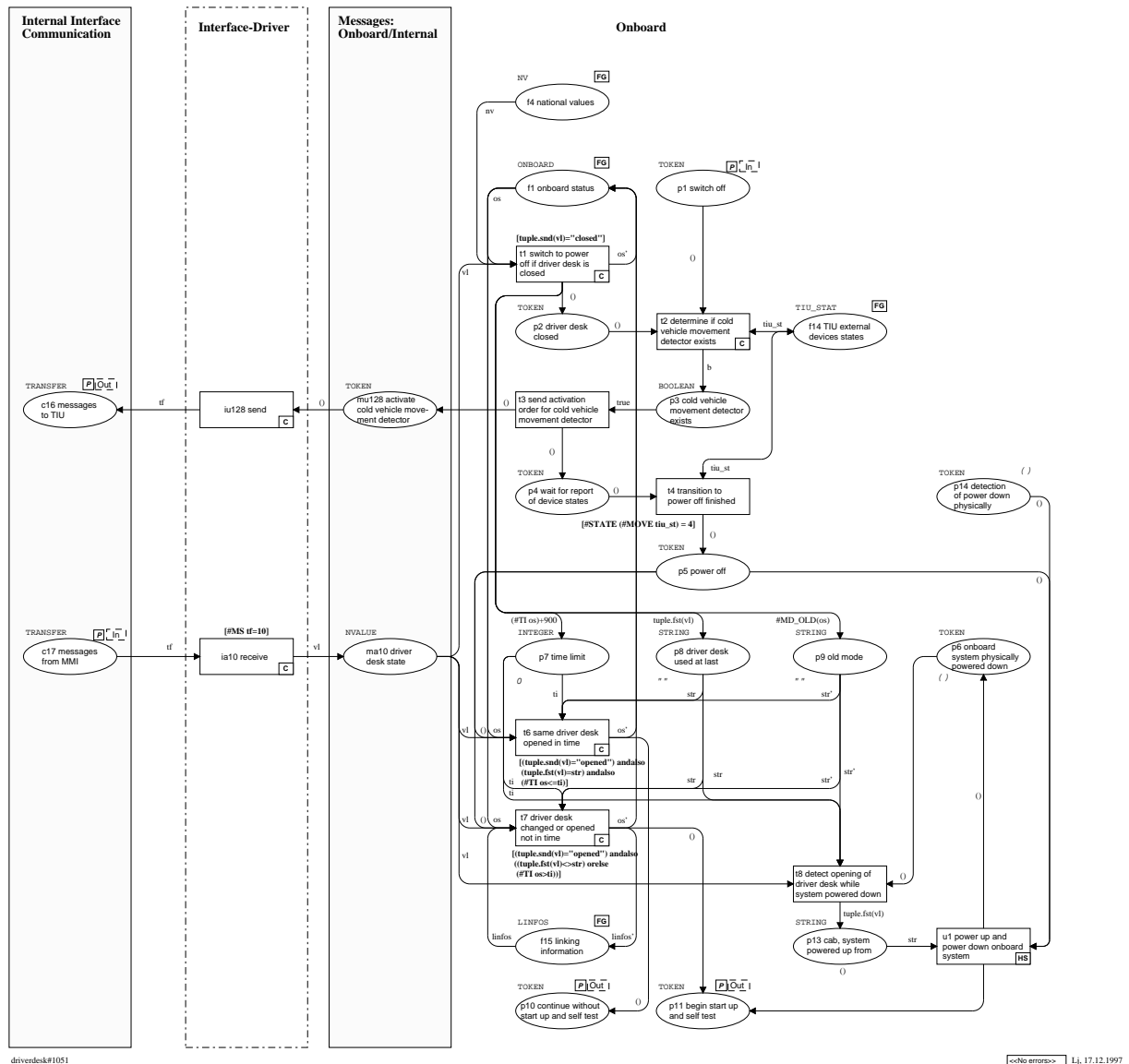
Nach Schließen des MMI und evtl. physikalischem Ausschalten des Onboard-Systems wird das Netz wieder durch die Einschaltmeldung des MMI auf **ma10** angeregt. Es sind drei Fälle zu unterscheiden. Wenn das Onboard-System physikalisch nicht ausgeschaltet war und wenn nach Schließung des MMI innerhalb von 15 Minuten wieder dasselbe MMI geöffnet wird, dann schaltet **t6** und markiert **p10** zur Fortführung der Start-Up-Phase ohne Selbsttest.

Wenn das Onboard-System physikalisch nicht ausgeschaltet war und wenn nach Schließung des MMI entweder das andere MMI geöffnet oder aber das selbe MMI nicht innerhalb von 15 Minuten geöffnet wird, dann schaltet **t7** und markiert **p11** zur Fortführung der Start-Up-Phase mit einem Selbsttest. Wurde dabei tatsächlich das MMI gewechselt, so wird die Linking-Informationen **f15** gelöscht.

Wenn das Onboard-System physikalisch ausgeschaltet war, dann schaltet **t8**, zieht die Marke von **p6** ab und markiert **p13**. Dadurch wird in diesem Fall wieder die Instanz **u1** angeregt, in der alle Speicher (Fusion-Places) unter Verwendung der beim Ausschalten des Onboard-Systems gesicherten Informationen initialisiert werden. Außerdem wird zur Fortführung der Start-Up-Phase mit einem Selbsttest **p11** markiert.

In allen drei Fällen wird die Kennung des geöffneten MMI und die neue Betriebsart "SU" im Onboard-Status **f1** eingetragen. Außerdem werden die Marken von **p7**, **p8** und **p9** abgezogen.

1.1 Open and Close Driver Desk



□ 1.1.1 Power Up/Down

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz realisiert die Initialisierung der Speicher (Fusion-Places) aus einem besonderen persistenten Speicher, wenn das Onboard-System physikalisch angeschaltet wird. Umgekehrt realisiert es die Sicherung der aktuellen Speicherzustände in den persistenten Speicher beim physikalischen Ausschalten des Onboard-Systems.

Aktivierung:

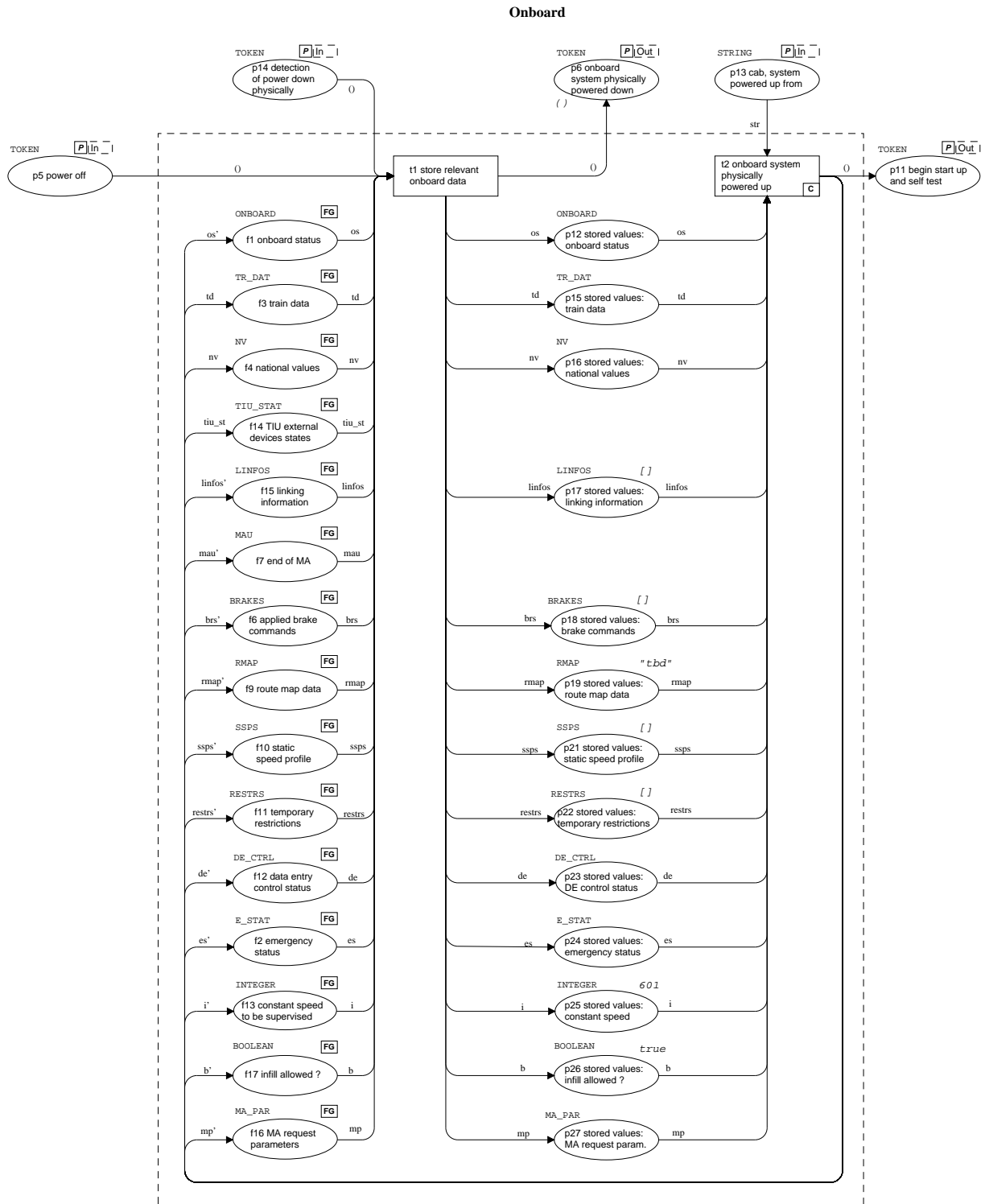
Das Netz wird aktiviert durch Markierung von **p14** beim physikalischen Abschalten des Onboard-Systems, nachdem zuvor **p5** beim Schließen des MMI schon mit einer Marke belegt worden sein mußte.

Beschreibung:

t1 zieht die Marken von **p5** und **p14** sowie von allen Fusion-Places **f1**, **f2**, ... **f17** ab. Dadurch werden die Zustände der Speicher gelöscht. **t1** legt die Werte der meisten Fusion-Places auf den lokalen Plätzen **p12** sowie **p15** bis **p27** ab, wo sie bis zum erneuten physikalischen Anschalten des Onboard-Systems persistent gespeichert werden. Das Ende des Fahrauftrags **f7** und der TIU-Status **f14** werden nicht persistent gespeichert.

Mit dem Anschalten des Onboard-Systems, das mit dem Öffnen eines MMI verbunden ist, wird das Netz durch Markierung von **p13** erneut angeregt. Die Marke auf **p13** enthält die Kennung des geöffneten MMI. Sie wird von **t2** zusammen mit den Marken der bereits erwähnten lokalen Plätze, die die persistenten Speicher abbilden, abgezogen. Schließlich initialisiert **t2** die Fusion-Plätze, wofür die gespeicherten Werte verwendet werden. Lediglich das Ende des Fahrauftrags **f7** und der TIU-Status **f14** werden mit neuen Werten initialisiert. Durch die Markierung von **p11** wird der Beginn des Selbsttests im entsprechenden Netz angestoßen.

1.1.1 Power Up and Down



powerupdown#1052

```

{TI = 36000,
 ODO = 94700,
 ODOF = 94700,
 ODOF = 100000,
 V = 0,
 CAB = "B",
 DIRCAB = false,
 MD = "SU",
 MD_OLD = "",
 LEN = 5300,
 RI = 0,
 LV = 1,
 XLV = 1,
 BALS = [{BG="1-1303",
 TI=35700,
 ODO=101000,
 DIR=false,D=0}],
 GSM = 0,
 RBC = "",
 RBC_OLD = "",
 EMRG = 0}

{Q_EMRRLS1 = 0,
 Q_EMRRLS2 = 0,
 Q_EMRRLS3 = 0,
 Q_INFPOSTOCK = true,
 Q_REVOCEM = 0,
 Q_STAFFREE = true,
 T_NVACKNOW = 50,
 V_SR = 60,
 V_SH = 30,
 Q_SH = true,
 V_OS = 80,
 V_UNV = 120,
 D_BANK = 0,
 V_DSDACTIVE = 0,
 T_DSDDINT = 0,
 D_DSDDINT = 0,
 M_DSDD = 0,
 M_DSDEXT = 0,
 D_NVROLL = 0}

{MA= false,
 TD_YES=false,
 TD_NO=false,
 CYC=false,
 TN=false,
 SH=false,
 NL=false}

{T_ARCQRST=99999,
 T_CYCQRST=99999,
 N_BAL=99999,
 BALS=[]}

{EN = "4711",
 TR = "1",
 EL = 8,
 LO = 1,
 SVS = [],
 LEN = 200,
 AX = 34,
 AL = 8,
 WT = 399,
 NC = "0000000000000000"}

```

<<No errors>> Lj. 17.12.1997

□ 1.2 Start Up - Self Test

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die evtl. mehrmalige Durchführung des Selbsttests in der Start-Up-Phase des Onboard-Systems mit den verschiedenen Ablaufmöglichkeiten bei einmalig oder mehrmalig fehlerhafter Durchführung sowie bei Abbruch durch den Fahrer oder das System.

Aktivierung:

Der Ablauf des Netztes wird nach dem Wechseln des MMI oder nach dem Öffnen desselben MMI mehr als 15 Minuten nach seiner Schließung oder nach dem physikalischen Anschalten des Onboard-Systems durch Markierung von **p11** aktiviert.

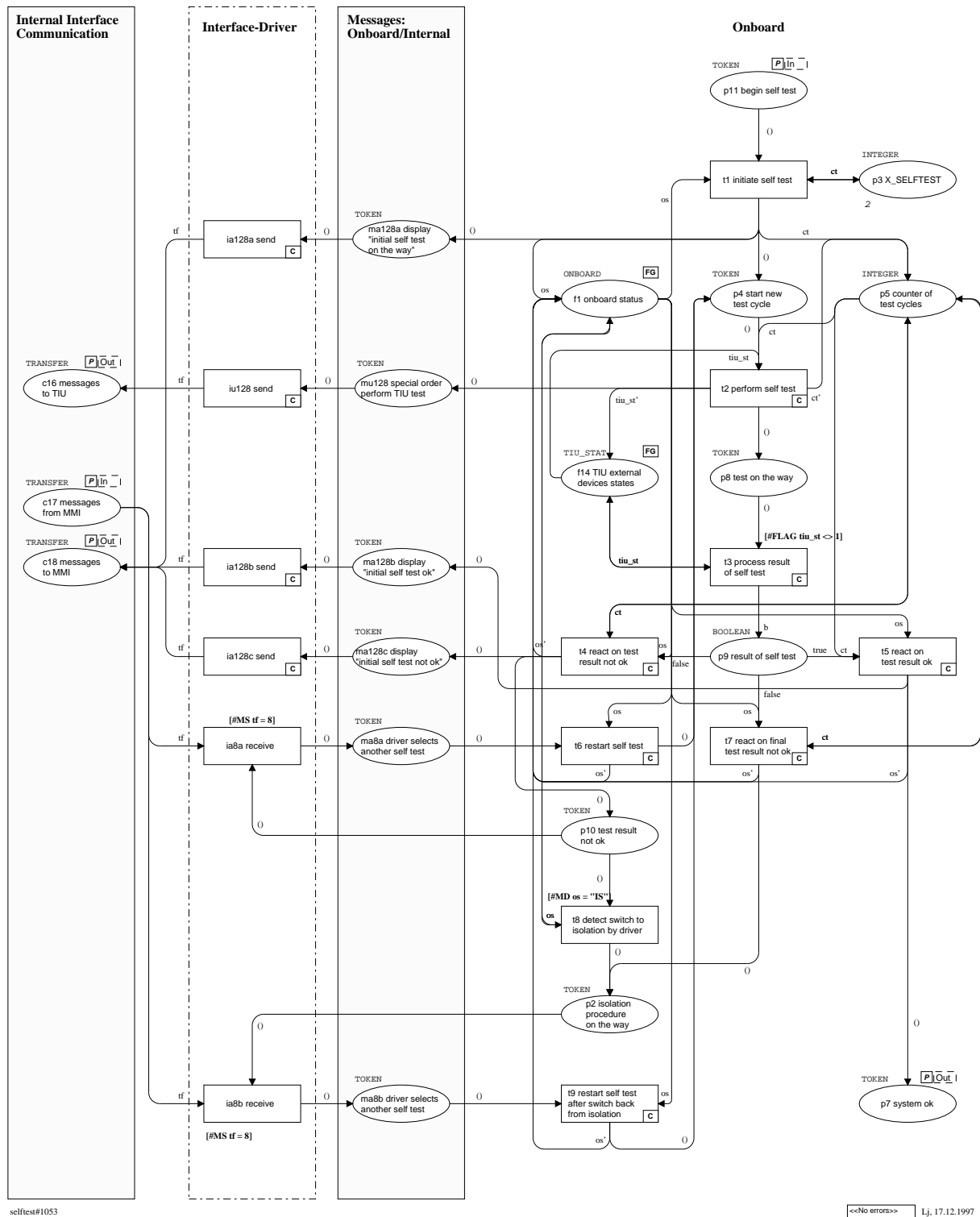
Beschreibung:

t1 zieht die Marke von **p11** ab, initialisiert den Zähler **p5** mit der Anzahl der maximalen Durchläufe aus **p3** und startet den Testzyklus durch Markierung von **p4**. **t2** zieht die Marke von **p4** ab, erzeugt das Telegramm an das TIU zum Starten des Selbsttests, setzt den im Onboard-System gespeicherten TIU-Status **f14** für die ans TIU angeschlossenen Geräte auf "Test", dekrementiert den Zähler **p5** und markiert **p8**. **t3** schaltet, wenn der Selbsttest für alle Geräte abgeschlossen ist, zieht dann die Marke von **p8** ab und legt das Ergebnis des Selbsttests auf **p9** ab. Falls der Test fehlerfrei ist, wird von **t5** eine entsprechende Nachricht **ma128b** an das MMI generiert und **p7** markiert.

Ist der Test nicht fehlerfrei verlaufen, aber die Anzahl der verbleibenden Testzyklen **p5** nicht 0, so erzeugt **t4** eine entsprechende Nachricht **ma128c** an das MMI und markiert **p10**. Vom MMI kann daraufhin ein Telegramm zur Wiederholung des Selbsttest **ma8a** empfangen werden. In diesem Fall schaltet **t6**, zieht die Marke von **p10** ab und startet den Testzyklus erneut durch Markierung von **p4**.

Wechselt der Fahrer hingegen in die Betriebsart "IS", so wird dieses Ereignis über den Onboard-Status **f1** durch Schalten von **t8** erkannt, so daß die Marke von **p10** abgezogen und **p2** markiert wird. **p2** kann auch direkt und ohne Nachricht vom MMI nach dem fehlerhaften Ergebnis eines Selbsttests **p9** durch **t7** markiert werden, wenn laut Zähler **p5** keine weiteren Testzyklen mehr erlaubt sind.

1.2 Start Up - Self Test



□ 1.3 Awakening Using Information in Safety

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Auswahl des Level aus dem letzten sicheren Daten des Onboard-Status, um das entsprechende Level-Netz zu aktivieren.

Aktivierung:

Der Ablauf des Netzes wird nach Öffnen des MMI und ggf. nach erfolgreicher Durchführung des Selbsttests in der Start-Up-Phase durch Markierung von **p5** aktiviert.

Beschreibung:

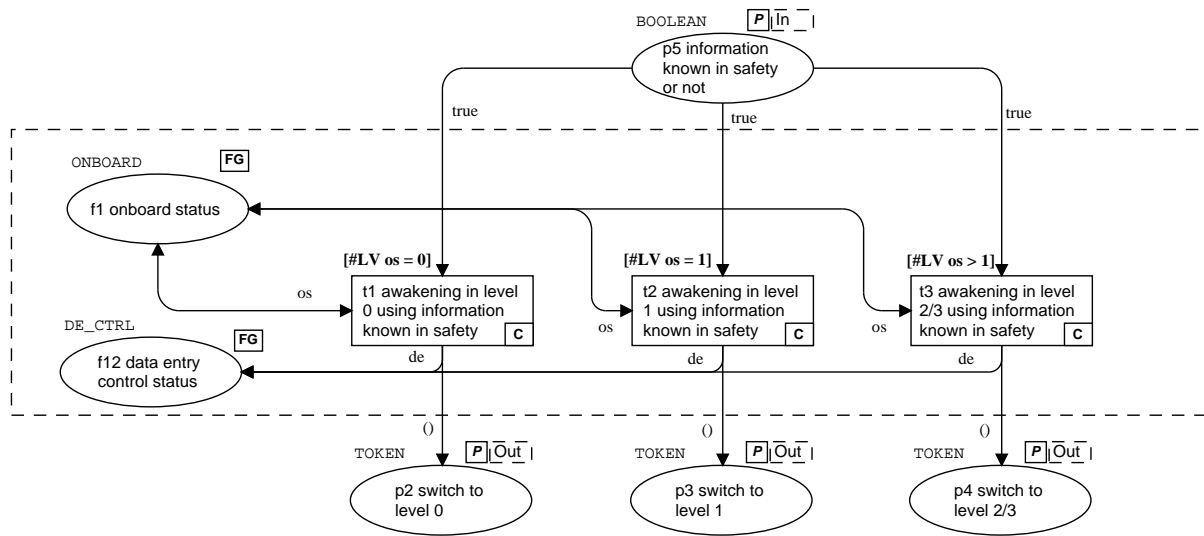
t1 zieht die Marke von **p5** ab und markiert **p2**, wenn das Onboard-System gemäß Onboard-Status **f1** zuletzt in Level 0 war. Durch Setzen des Dateneingabe-Kontrolstatus **f12** wird die Dateneingabe durch Initierung vom MMI ermöglicht.

t2 zieht die Marke von **p5** ab und markiert **p3**, wenn das Onboard-System gemäß Onboard-Status **f1** zuletzt in Level 1 war. Durch Setzen des Dateneingabe-Kontrolstatus **f12** wird die Dateneingabe durch Initierung vom MMI ermöglicht.

t3 zieht die Marke von **p5** ab und markiert **p4**, wenn das Onboard-System gemäß Onboard-Status **f1** zuletzt in Level 3 war. Durch Setzen des Dateneingabe-Kontrolstatus **f12** wird die Dateneingabe durch Initierung vom MMI ermöglicht.

1.3 Awakening Using Information Known in Safety

Onboard



AwakSafe#1054

<<No errors>> Lj. 17.12.1997

□ 2 Running Level 0

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz stellt die Szenarios zum ETCS Level 0-Betrieb dar.

Aktivierung:

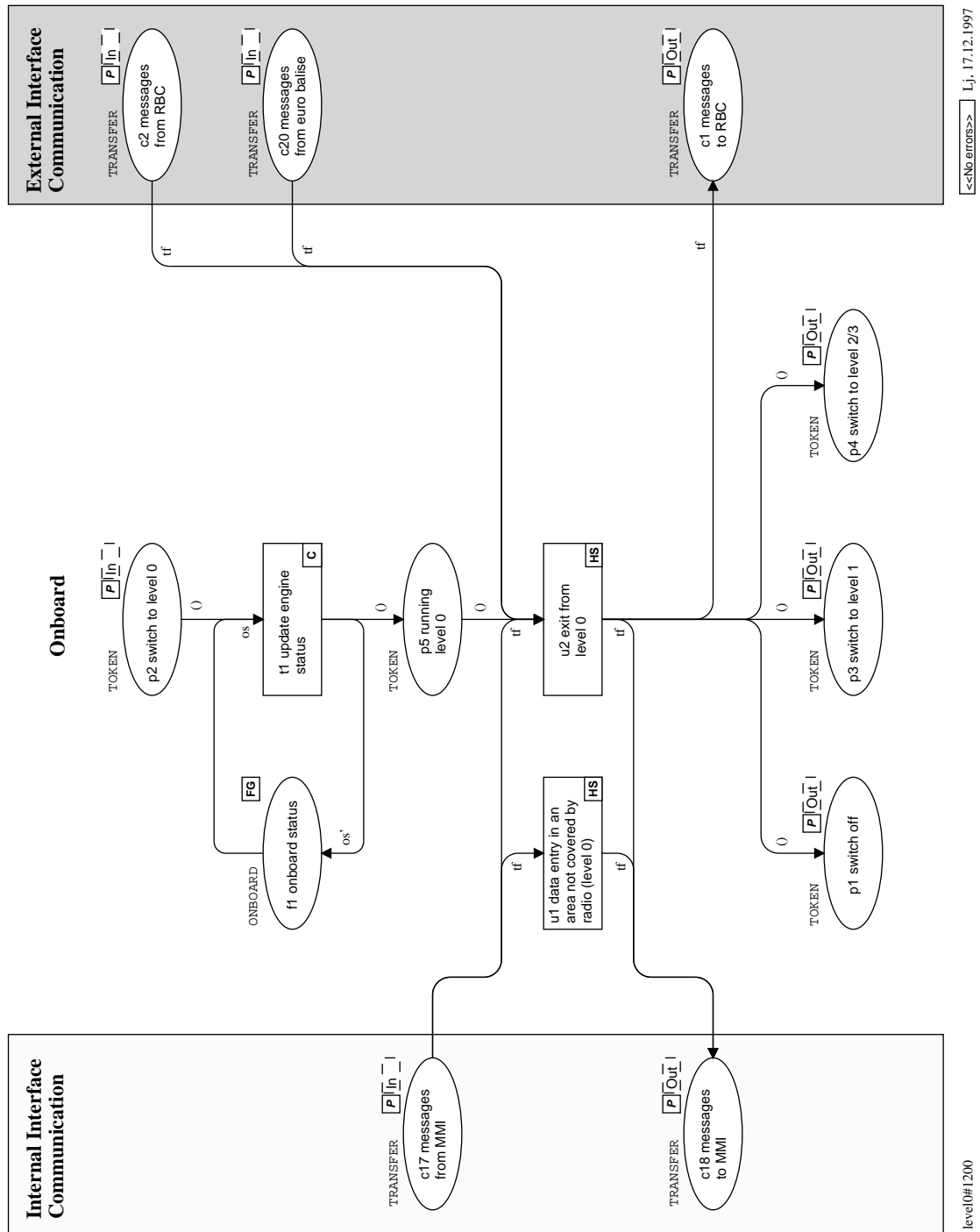
Das Netz wird durch eine Marke auf **p2** aktiviert.

Beschreibung:

Level 0 entspricht der nicht ETCS-ausgerüsteten Strecke. Es kann demzufolge nur fahrzeugabhängig die Höchstgeschwindigkeit überwacht werden, was jedoch in den globalen Funktionen dargestellt wird. Das System ist aktiv und bereit, bei einer Ankündigung einer streckenseitigen ETCS-Ausrüstung in den entsprechenden Level zu schalten. Dies führt die Instanz **u2** aus.

Das Schalten in Level 0 wird durch den Eingang **p2** ausgelöst. Die Transition **t1** markiert den neuen Zustand des ETCS Onboard-Systems aus dem Platz **f1**.

2 Running Level 0

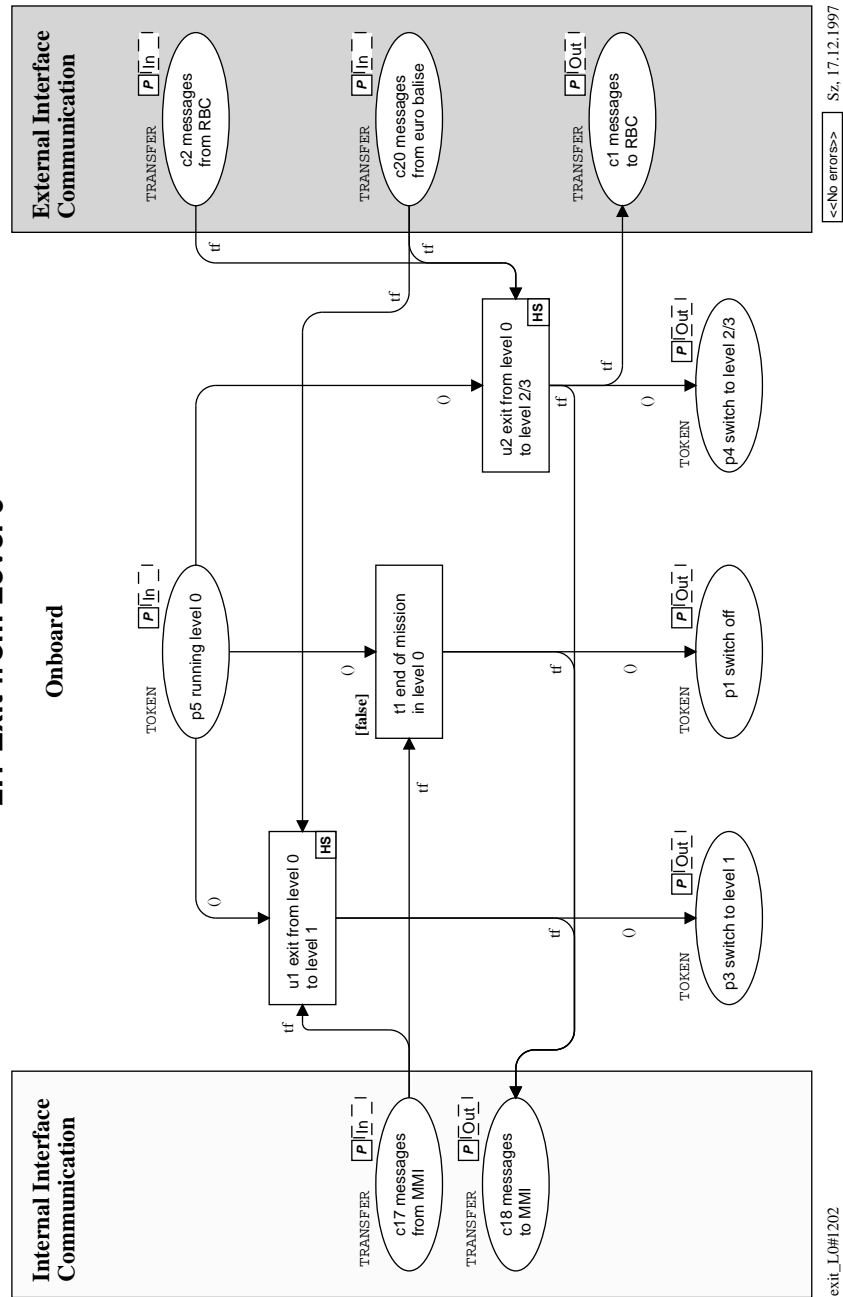


□ 2.1 Exit from Level 0

Inhalt/Aufgabe:

Diese Seite dient der Zusammenfassung der 3 Szenarios zum Verlassen des Level 0.

2.1 Exit from Level 0



□ 2.1.1 Exit from Level 0 to Level 1

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz stellt das Szenario zur Aufnahme der ETCS-Überwachung im Level 1 dar.

Aktivierung:

Das Netz wird nur im Level 1, der von einer Marke auf p5 angezeigt wird, durch Balisennachrichten **mb128** oder **mb129** aktiviert.

Beschreibung:

Vor der Einfahrt in ein Level 1-Gebiet werden 2 Balisen gelegt, die Ankündigungsbalise **mb128** und die Einfahrtbalise **mb129**.

Der Inhalt der Ankündigungsbalise wird von **t1** in **p1**, **p2** und **p4** gespeichert und der Fahrer mit **ma128a** informiert. Wird die Einfahrtbalise **mb129** gelesen, so schaltet **t3**, um die Informationen von **p1**, **p2** und **p4** zu löschen, oder **t2**, falls die Ankündigungsbalise nicht vorher gelesen wurde. Mit **ma128b** wird der Fahrer zum Bestätigen aufgefordert. Mit dieser Einfahrtbestätigung **ma12** kann **t4** schalten, wobei der Fahrauftrag von **p7** nach **f8** zur Verarbeitung gesendet wird. Anschließend kann **t5** beim Erreichen der in **p8** gespeicherten Einfahrtposition den Wechsel in Level 1 auslösen.

Wird die Einfahrtbalise nicht gefunden, so schaltet beim Passieren ihrer erwarteten Position **t6**. Der Fahrer wird wiederum um seine Bestätigung für die Einfahrt in Level 1 sowie zusätzlich den Modus „SR“ gebeten. Von **t7** wird der Fahrauftrag aus der Ankündigungsbalise an **f8** gesendet, dessen Verarbeitung allerdings im Betriebsmodus „SR“ resultieren wird.

□ 2.1.2 Exit from Level 0 to Level 2/3

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Ausfahrt eines Zuges aus einem Level 0-Gebiet in ein Level 2- oder Level 3-Gebiet und die dabei auftretenden verschiedenen Ablauf- und Abbruchmöglichkeiten.

Aktivierung:

Das Netz wird durch den Empfang des Balisentelegramms der ersten Balise aktiviert, die in einem Level 0 -Gebiet ein Level 2- oder Level 3-Gebiet ankündigt. Der Treiber **ib130a** legt das Balisentelegramm auf **mb130a** ab. **t1** zieht die Marke ab, initialisiert den Ankündigungsstatus **p1** und generiert ein Telegramm 15 mit validierten Zugdaten **mt15** an das RBC. Außerdem geht ein Hinweis für den Fahrer über **ma128a** an das MMI.

Beschreibung:

Der Ankündigungsstatus **p1** enthält u. a. die Zeitdauer, mit der das Telegramm 15 evtl. zyklisch von **t2** wiederholt werden muß, solange vom RBC kein Antworttelegramm eintrifft, sowie einen Merker, ob das RBC bereits geantwortet hat. Das Telegramm einer zweiten Ankündigungsbalise wird bei bereits laufender oder vollendeter Ankündigungsprozedur über **ib130b** und **mb130b** von **t3** abgezogen und nicht weiter behandelt.

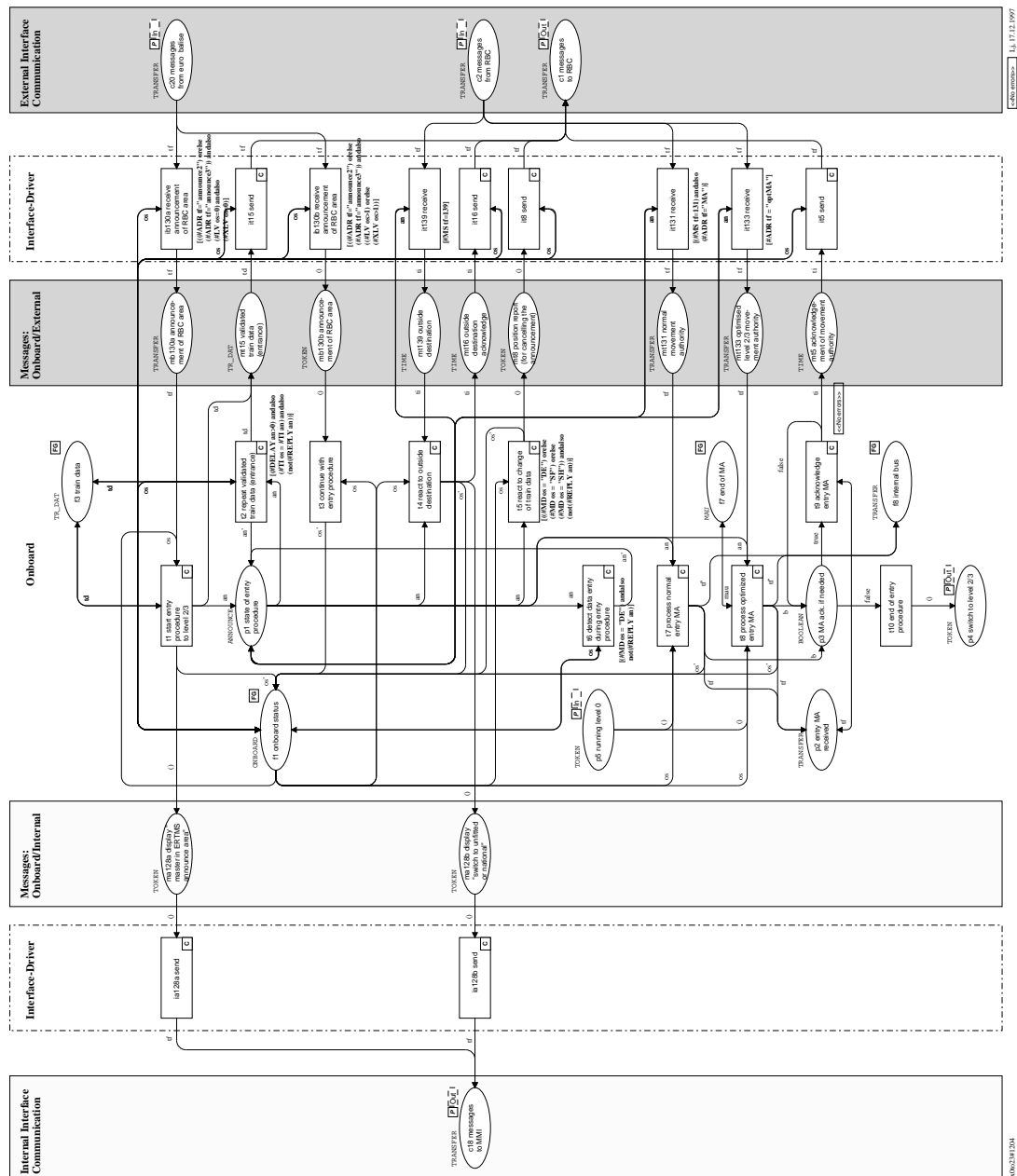
Sendet das RBC als Antwort auf die Anmeldung des Zuges das Telegramm 139, so wird die entsprechende Marke auf **mt139** von **t4** abgezogen, ebenso wie der Ankündigungsstatus **p1**. Damit wird die Einfahrtsprozedur logisch abgebrochen. **t4** generiert das Quittungstelegramm 16 an das RBC auf **mt16** und gibt einen Hinweis für den Fahrer über **ma128b** an das MMI.

Wird in einem anderen Netz auf Veranlassung des Triebfahrzeugführers ein Wechsel in die Betriebsart "DE", "FS" oder "SH" vollzogen, so wird dieser Wechsel von **t5** über den Onboard-Status **f1** erkannt. In diesem Fall zieht **t5** den Ankündigungsstatus von **p1** ab, bricht damit die Einfahrtsprozedur ab und generiert das Telegramm 8 auf **mt8** zur Mitteilung an das RBC.

Wird im Dateneingabe-Netz für Level 2/3 ein Wechsel in die Betriebsart "DE" auf Veranlassung des RBC vollzogen, so wird dieser Wechsel von **t6** über den Onboard-Status **f1** erkannt. Dies wird als Antwort des RBC auf das Einfahrttelegramm des Zuges im Ankündigungsstatus **p1** vermerkt.

Der Empfang eines Telegramms mit einem normalen Fahrauftrag vom RBC auf **mt131** oder mit einem optimierten Fahrauftrag auf **mt133** läßt die Transition **t7** bzw. **t8** schalten. Der Fahrauftrag wird über den internen Bus **f8** an die entsprechenden Netze zur Verarbeitung geleitet. Die auf **p3** erzeugte Marke gibt an, ob der Fahrauftrag bestätigt werden soll, wobei im Falle eines optimierten Fahrauftrags hier der vom letzten Fahrauftrag gespeicherte Wert aus **f7** verwendet wird. Falls eine Quittierung erfolgen soll, schaltet **t9** einmal und generiert das Telegramm 5 auf **mt5** mit dem Zeitstempel des Fahrauftragstelegramms aus **p2**. Sonst bzw. nach erfolgter Quittierung zieht **t10** die Marken von **p2** und **p3** ab und aktiviert durch Markierung von **p4** die Umschaltung in den Level 2 bzw. 3 im entsprechenden Level-Netz.

2.1.2 Exit from Level 0 to Level 2/3



□ 2.2 Data Entry in an Area Not Covered by Radio (Level 0)

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Dateneingabe im Level 0 mit Ausnahme der vom RBC initiierten Dateneingabe bei der Einfahrt in ein Level 2/3-Gebiet.

Aktivierung:

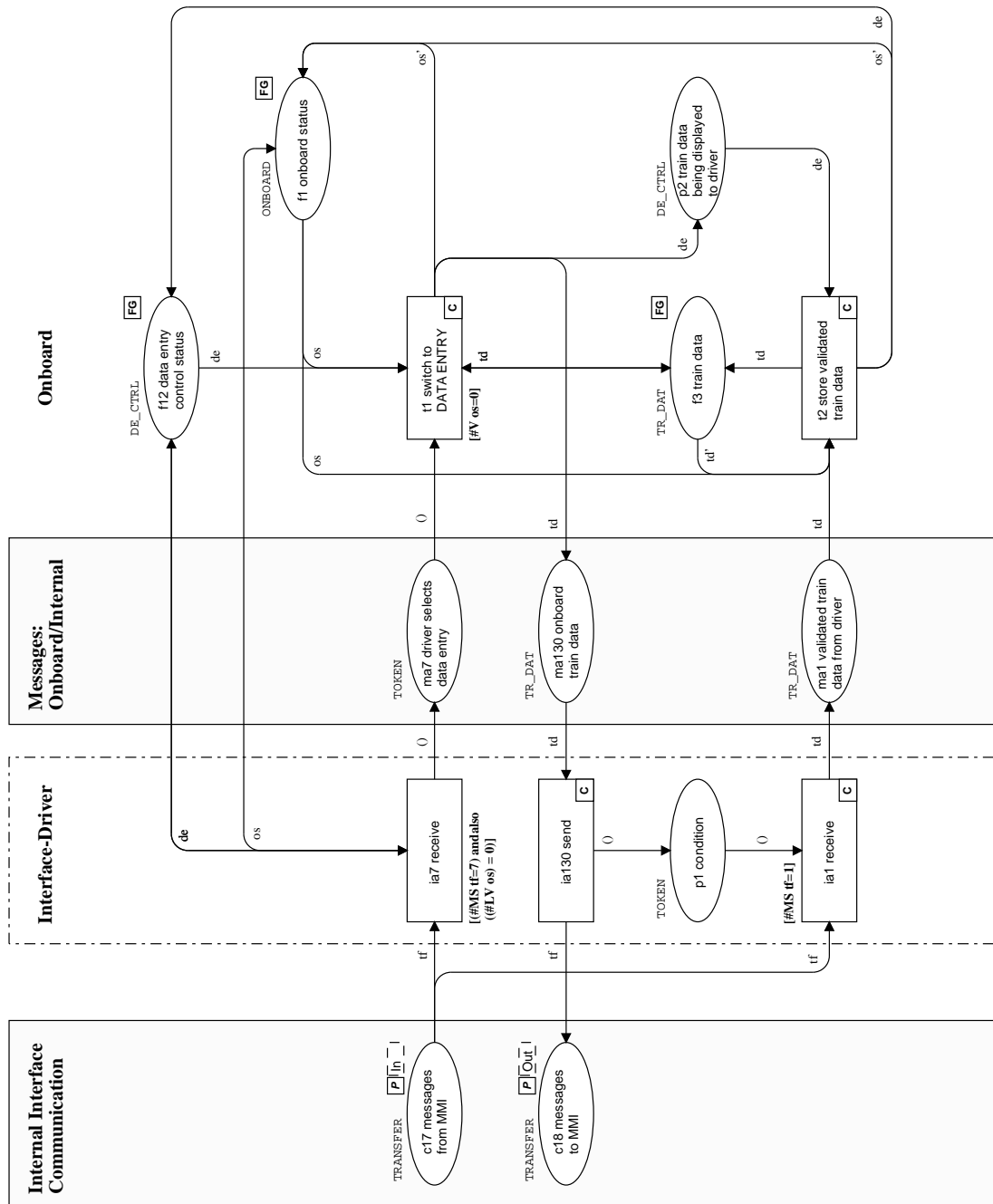
Das Netz wird aktiviert durch die Bereitstellung des Telegramms vom MMI auf **ma7**, mit dem die Dateneingabe durch den Fahrer initiiert wird. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass im Onboard-Status **f1** der Level 0 vermerkt und im Kontrollstatus für die Dateneingabe **f12** die Initiierung durch den Fahrer erlaubt ist.

Beschreibung:

Nach Bereitstellung des Telegramms vom MMI auf **ma7** zieht **t1** die Marke ab, liest die aktuellen Zugdaten von **f3**, erzeugt ein Telegramm mit diesen Zugdaten an das MMI auf **ma130**, schaltet den Onboard-Status in die Betriebsart "DE" und überführt die Marke mit dem Kontrollstatus von **f12** auf den lokalen Platz **p2**.

Hat der Fahrer die Zugdaten validiert und zuvor evtl. geändert, so wird das Telegramm mit den geänderten Zugdaten vom MMI auf **ma1** bereitgestellt. **t2** zieht die Marke mit den validierten Zugdaten ab, aktualisiert damit die gespeicherten Zugdaten **f3**, schaltet den Onboard-Status **f1** zurück in die vorherige Betriebsart und legt die Marke mit dem Kontrollstatus für die Dateneingabe zurück auf **f12**.

2.2 Data Entry in an Area Not Covered By Radio (Level 0)



DELO#1201

Lj, 17.12.1997

□ 3 Running Level 1

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz stellt die Szenarios zum ETCS Level 0-Betrieb dar.

Aktivierung:

Das Netz wird durch eine Marke auf **p3** aktiviert.

Beschreibung:

Im Level 1 wird das Fahrzeug vom ETCS-System auf der Grundlage der von der Strecke empfangenen Informationen überwacht. In der modellierten szenarienorientierten Sicht wird nicht die Überwachung dargestellt, sondern die Vorgänge bei besonderen Fahrvorgängen und Veränderungen des Überwachungszustandes.

Der Eingang **p3** bewirkt ein Ändern des auf dem Platz **f1** markierten aktiven Ausrüstungsniveaus.

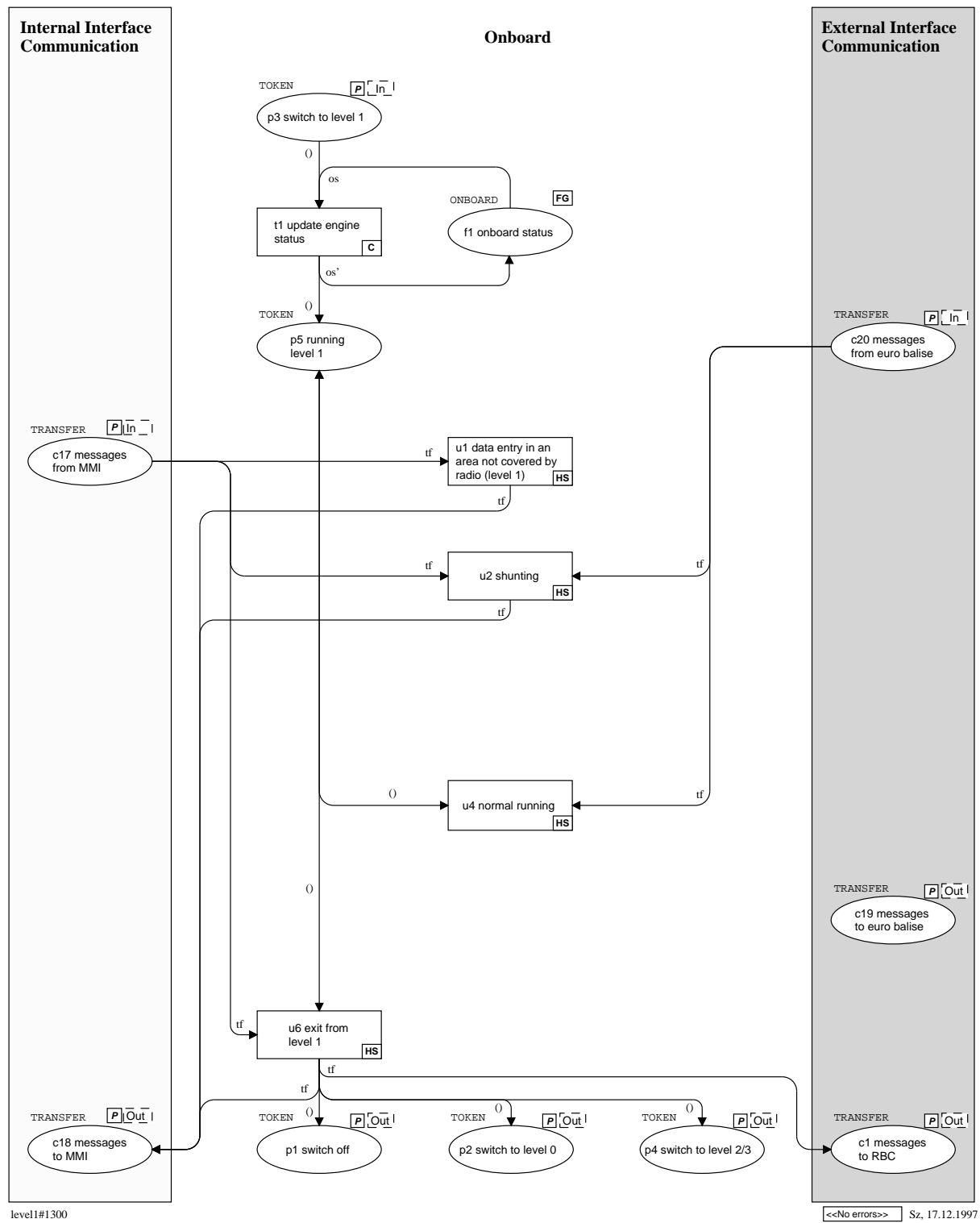
In **u1** sind die Abläufe zum Ändern der Zugcharakteristika dargestellt.

In **u2** werden die Vorgänge zur Durchführung einer Rangierfahrt unter ETCS-Überwachung beschrieben. Auslöser hierfür ist entweder eine Anforderung des Fahrers oder eine Balise, welche die entsprechenden Informationen überträgt. Ein Fahrzeug wird beim Überfahren einer Balise, welche „Halt für Rangierfahrten“ überträgt, automatisch zwangs-gebremst.

Mit **u4** wird eine normale Betriebsfahrt im Modus „FS“ dargestellt.

u6 beschreibt die von Ankündigungsbalisen oder Fahrerbefehlen ausgelöste Änderung des aktiven ETCS-Ausrüstungsniveaus.

3 Running Level 1



□ 3.1 Data Entry in an Area Not Covered by Radio (Level 1)

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Dateneingabe im Level 1 mit Ausnahme der vom RBC initiierten Dateneingabe bei der Einfahrt in ein Level-2/3-Gebiet.

Aktivierung:

Das Netz wird aktiviert durch die Bereitstellung des Telegramms vom MMI auf **ma7**, mit dem die Dateneingabe durch den Fahrer initiiert wird. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass im Onboard-Status **f1** der Level 1 vermerkt und im Kontrollstatus für die Dateneingabe **f12** die Initiierung durch den Fahrer erlaubt ist.

Beschreibung:

Nach Bereitstellung des Telegramms vom MMI auf **ma7** zieht **t1** die Marke ab, liest die aktuellen Zugdaten von **f3**, erzeugt ein Telegramm mit diesen Zugdaten an das MMI auf **ma129**, schaltet den Onboard-Status in die Betriebsart "DE" und überführt die Marke mit dem Kontrollstatus von **f12** auf den lokalen Platz **p2**.

Hat der Fahrer die Zugdaten validiert und zuvor evtl. geändert, so wird das Telegramm mit den geänderten Zugdaten vom MMI auf **ma1** bereitgestellt. **t2** zieht die Marke mit den validierten Zugdaten ab, aktualisiert damit die gespeicherten Zugdaten **f3**, schaltet den Onboard-Status **f1** zurück in die vorherige Betriebsart und legt die Marke mit dem Kontrollstatus für die Dateneingabe zurück auf **f12**.

1997 by Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik, Braunschweig



□ 3.2 Shunting Level 1

Inhalt/Aufgabe:

Hier wird das Szenario zur manuellen und automatischen Aufnahme einer Rangierfahrt sowie zum automatischen Beenden der Rangierfahrt dargestellt.

Aktivierung:

Das Netz ist kann nur im Level 1 durch den Fahrer oder eine Balisennachricht aktiviert werden.

Beschreibung:

Im Level 1 kann der Fahrer den Rangierbetrieb bei Fahrzeugstillstand und in den Betriebsarten „FS“ oder „DE“ starten. Seine Wahl wird durch eine Marke auf **ma2** dargestellt. Sind die Bedingungen zur Aufnahme des Rangierens nicht erfüllt, so wird durch **t1** die Marke gelöscht. Andernfalls schaltet **t2**, dabei wird durch ein Marke auf **ma128a** auch das Umschalten des MMI auf Rangieranzeige ausgelöst und der neue Betriebsmodus auf **f1a** gespeichert.

Ein automatisches Schalten in den Rangierbetrieb wird durch das Lesen einer Balise mit dem Befehl „Switch to Shunting“ erreicht, der durch eine Marke **mb131** dargestellt wird. Dies ist nur im Betriebsmodus „FS“ erlaubt. Die Marke enthält einen normalen Fahrauftrag und einen Fahrauftrag für den Modus „OS“.

Schaltet **t3**, so wird der normale Fahrauftrag über **f8b** an die Verarbeitungsfunktionen übergeben, in **p1** wird der „OS“-Fahrauftrag zwischengespeichert und mit **ma128b** die Fahrerbestätigung angefordert. Gibt er diese mit einer Marke auf **ma12**, so schaltet **t9**. Auf **f8a** wird der Fahrauftrag übergeben, **f1b** der Betriebsmodus zu „On Sight“ geändert und auf **p3** die Endposition des Fahrauftrags gespeichert.

In den Modus „SH“ wird geschaltet, wenn die auf **p3** gespeicherte Position erreicht wird (durch **t6**) oder vorher durch **mb132** eine Balise gefunden wird, die den Rangierbereich begrenzende Informationen enthält (durch **t7**). Wird eine solche Balise bei schon aktivem Modus „SH“ gefunden, so werden die enthaltenen Informationen durch **t8** auf **p4** abgespeichert.

Auf **p4** liegt dann eine Liste von Balisen-IDs vor, die den Rangierbereich eingrenzen und überwacht werden. Die Identität jeder gefundenen Balise wird in **mbi** mitgeteilt. In **t12** wird festgestellt, ob sie eine der auf **p4** angegebenen Balise war. In diesem Fall wird durch ein *true* auf **p5** das Schalten von **t14** ermöglicht. Dabei wird über **f8b** ein Notbremsbefehl gesendet und auf **f1c** in den Modus „PT“ geschaltet. Ist der Zug zum Stillstand gekommen wird der Fahrer über die Ursache mit **ma128c** informiert. Wird durch eine Fahrerhandlung der Betriebsmodus „PT“ wieder verlassen (außerhalb dieses Netzes), so hebt **t16** die Notbremse wieder auf.

□ 3.4 Normal Running Level 1

Inhalt/Aufgabe:

Das Szenario einer normalen Betriebsfahrt im Modus „FS“ besteht aus einer Reihe von Transitionen, die empfangene Fahraufträge entsprechend des Betriebsmodus und der Balisenart (Hauptsignalbalise oder Vorsignalbalise=Infill) an die verarbeitenden Funktionen übergeben oder löschen.

Aktivierung:

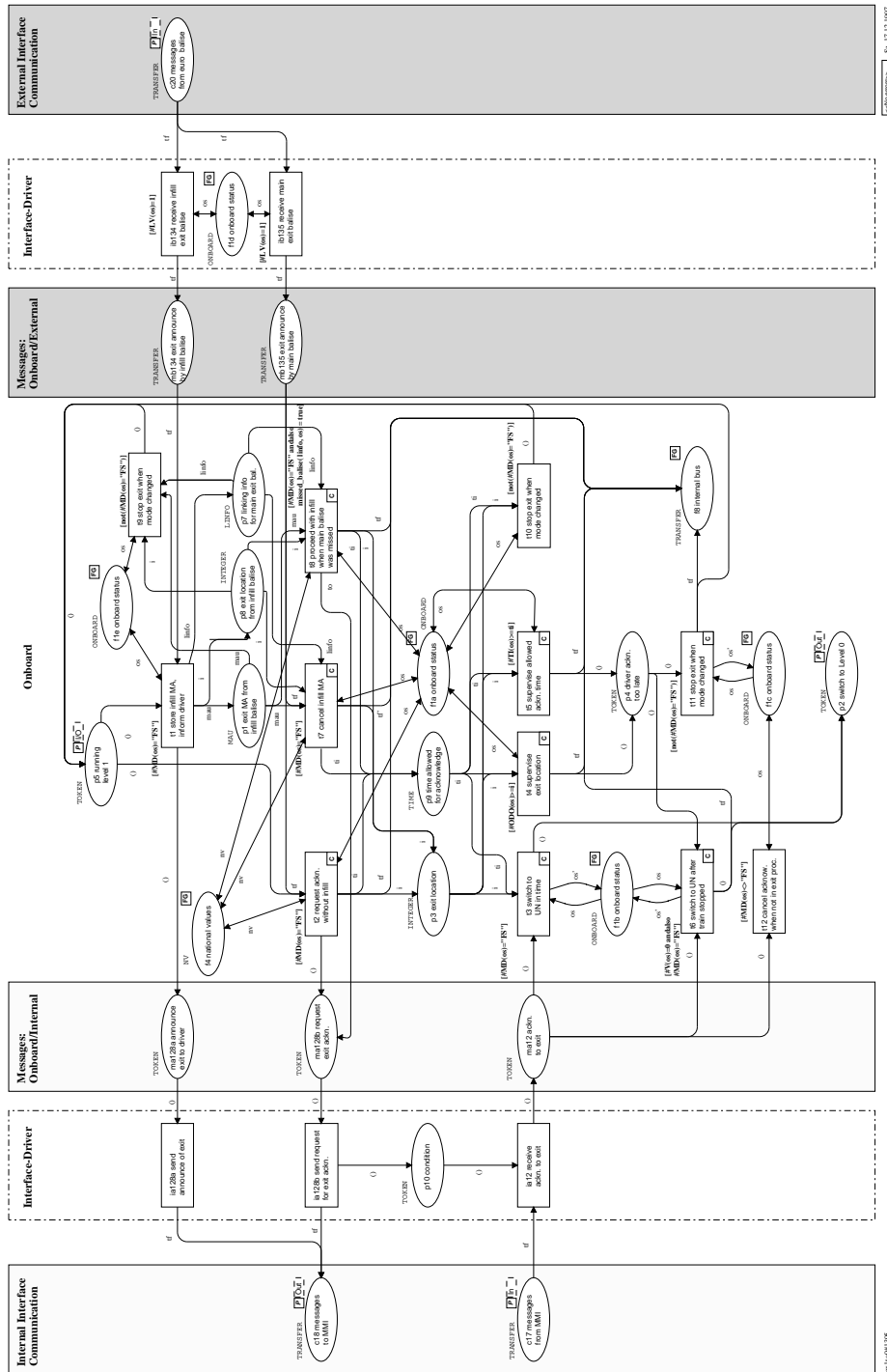
Die Aktivierung des Netzes wird durch eine Marke auf **p5** ermöglicht und durch einen Fahrauftrag von einer Balise durchgeführt.

□ 3.6 Exit from Level 1

Inhalt/Aufgabe:

Diese Seite dient der Zusammenfassung der 3 Szenarios zum Verlassen des Level 1.

3.6.1 Exit from Level 1 to Level 0



□ 3.6.1 Exit from Level 1 to Level 0

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz stellt das Szenario zur ETCS-gesteuerten Ausfahrt aus einem Level 1-Gebiet in ein Level 0-Gebiet dar.

Aktivierung:

Das Netz wird nur im Level 1, der von einer Marke auf p5 angezeigt wird, durch Balisennachrichten **mb134** oder **mb135** aktiviert.

Beschreibung:

Das Verlassen eines Level 1-Gebiets kann nur im Modus „FS“ und durch die Balisennachrichten **mb134** und **mb135** ausgelöst werden.

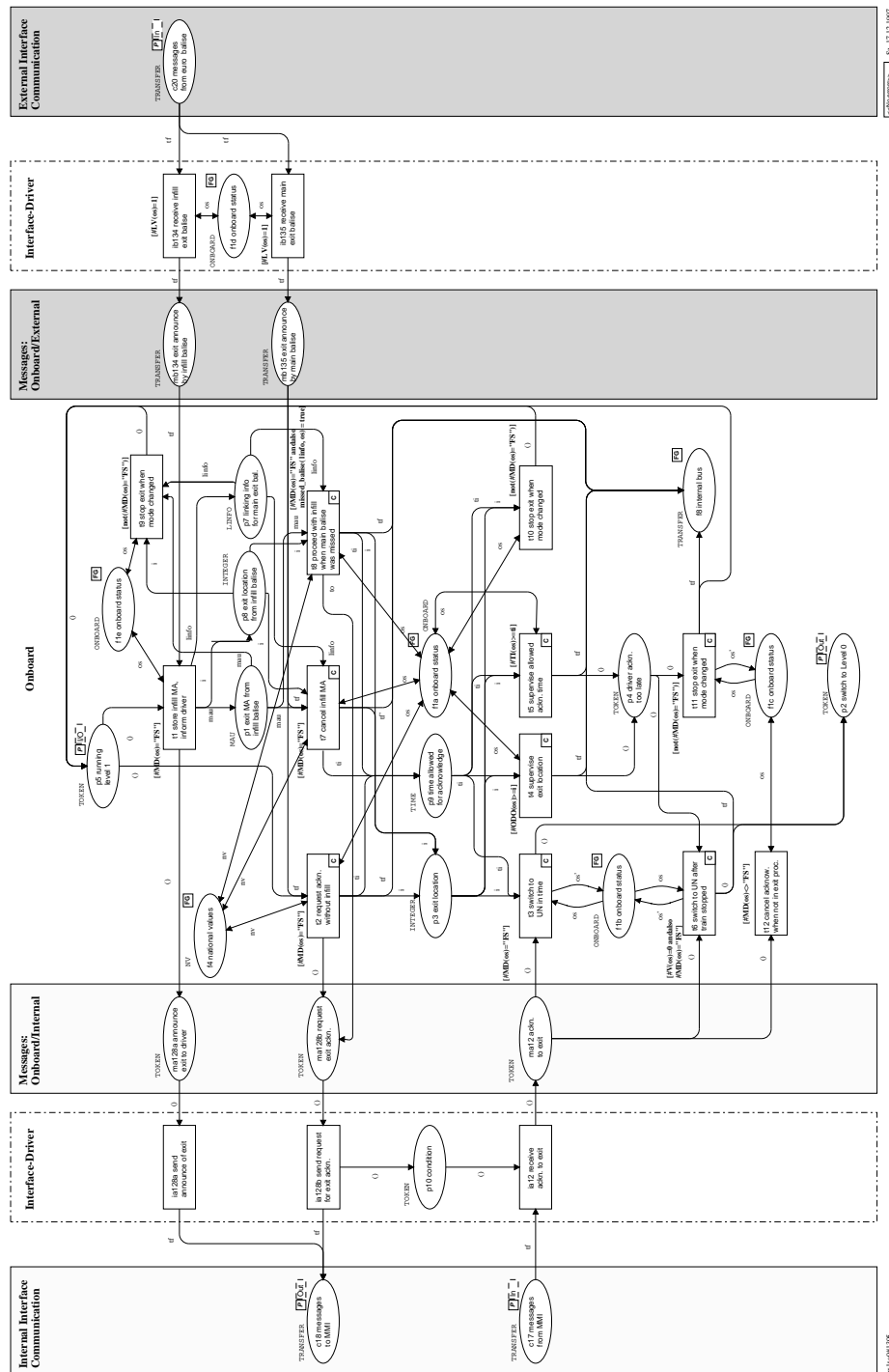
Die Infill-Balise **mb134** wird nicht sofort berücksichtigt, sondern die enthaltenen Informationen auf **p1**, **p7** und **p8** gespeichert und der Fahrer mit **ma128a** informiert. Wird die Hauptbalise **mb135** an der angekündigten Position (**p7**) gefunden, so schaltet **t7**. Alle Informationen der Infillbalise werden gelöscht. Der letzte Fahrauftrag wird in **f8** zur Verarbeitung übergeben, die Position zum Wechsel des Levels wird in **p3** gespeichert. In den gleichen Zustand gelangt das Netz, wenn **mb135** empfangen wird ohne vorher **mb134** empfangen zu haben. Dann schaltet **t2** anstatt **t7**. Wird jedoch die angekündigte Hauptbalise nicht gefunden, so schaltet **t8**. Die Infill-Information wird dann nicht gelöscht, sondern von **p1** nach **f8** gesendet und von **p8** nach **p3** kopiert.

Auf **p3** wurde der Zeitpunkt gespeichert, bis zu dem der Fahrer die Ausfahrt aus dem Level 1-Gebiet bestätigt haben muß. Erfolgt dies rechtzeitig mit **ma12**, so schaltet **t3**. Auf **f1b** wird in den Modus „UN“ gewechselt und durch eine Marke auf **p2** das Umschalten den Levels veranlaßt.

Wird vorher die in **p3** gespeicherte Position passiert, so schaltet **t4**, wobei ein Notbremsbefehl über **f8** gesendet wird. Eine Fahrerbestätigung auf **ma12** wird erst von **t6** berücksichtigt, wenn der Zug zum Stehen gekommen ist. Dabei wird ein Befehl zum lösen der Bremse über **f8** gesendet.

Wird durch eine andere Funktion im System der Betriebsmodus „FS“ verlassen, wird durch **t9**, **t10** oder **t12** das Szenario der Ausfahrt in den Level 0 abgebrochen.

3.6.1 Exit from Level 1 to Level 0



□ 3.6.3 Exit from Level 1 to Level 2/3

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz stellt das Szenario zur ETCS-gesteuerten Ausfahrt aus einem Level 1-Gebiet in ein RBC-Gebiet dar.

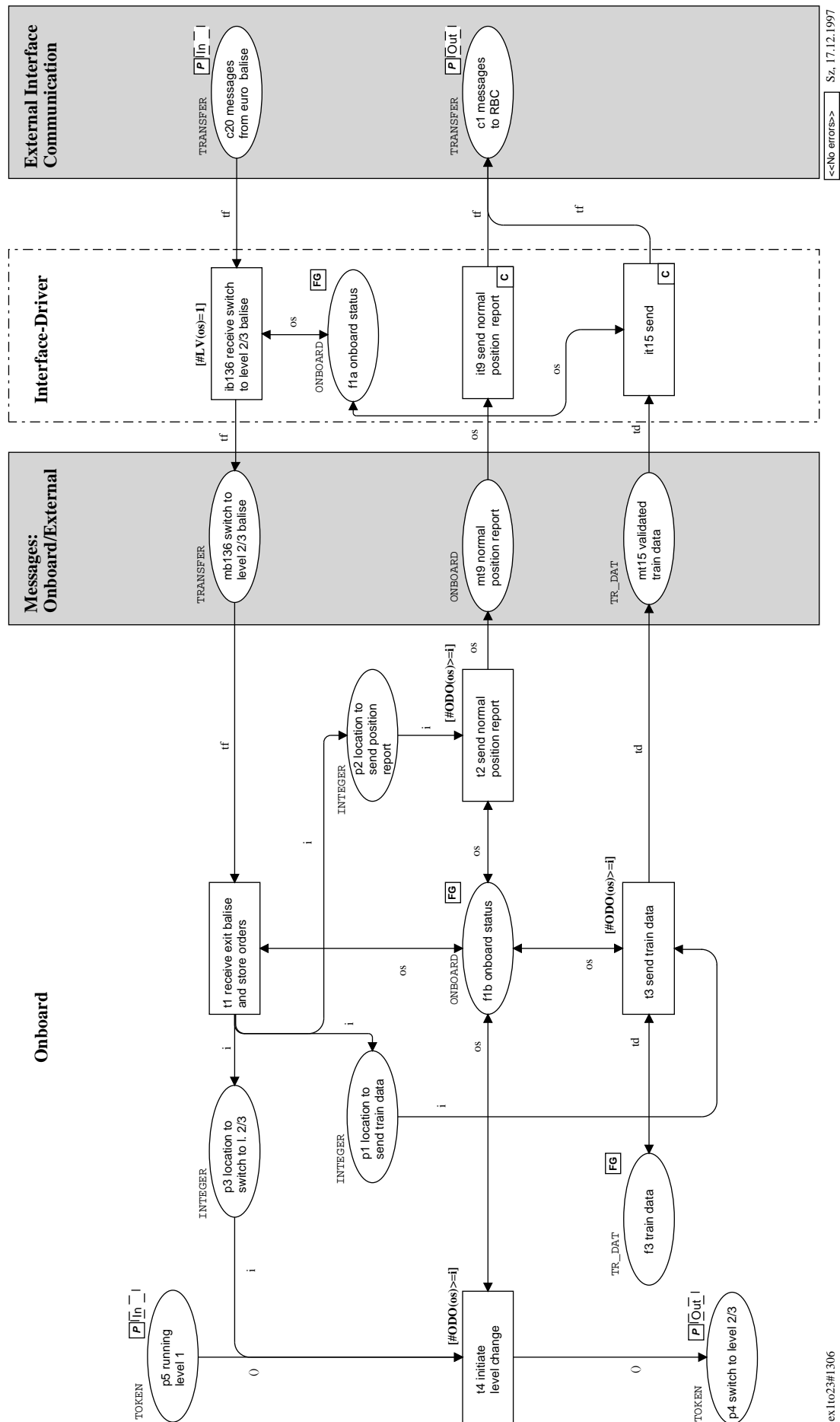
Aktivierung:

Das Netz wird nur im Level 1, der durch den Inhalt des Onboard-Status gekennzeichnet wird, durch die Balisennachricht **mb136** aktiviert.

Beschreibung:

Eine Einfahrt in ein RBC-Gebiet erfolgt, wenn eine Balise **mb136** gelesen wird. Darin sind die Position zum Umschalten des Level (**p3**), die Position zum Senden einer Positionsmeldung (**p2**) und der Zugdatenübermittlung (**p1**) enthalten. Damit können nun bei Erreichen der angegebenen Positionen **t4**, **t2** und **t3** schalten.

3.6.3 Exit from Level 1 to Level 2/3



□ 4 Running Level 2/3

Inhalt/Aufgabe:

Dieses Netz modelliert den Betrieb bei bestehender Radiokommunikation mit einem RBC.

Aktivierung:

Das Netz wird durch eine Marke auf **p4** aktiviert.

Beschreibung:

Die von der EEIG USERS Group beschriebenen Szenarios werden gruppiert und in den Instanzen modelliert.

Der Eingang **p4** bewirkt ein Ändern des auf dem Platz **f1** markierten aktiven Ausrüstungsniveaus durch **t1**.

In **u1** sind die Vorgänge des durch den Fahrer oder das RBC angeregten Ändern der Fahrzeugcharakteristika zusammengefaßt.

In **u2** werden für den jeweiligen Zug unzulässige Streckenabschnitte gesondert behandelt.

Die Instanz **u3** beschreibt die vom RBC angeforderte Zurücknahme von Teilen eines schon an das Fahrzeug übermittelten Fahrauftrags und die Behandlung einer festgestellten, für diesen Zug nicht geeigneten Strecke.

u4 beinhaltet das Modell der Behandlung von Alarmmeldungen, Zwangs- und Notbremsbefehlen und deren Aufhebung vom RBC.

Da Zugbegegnungen und Überholvorgänge durch temporäre Geschwindigkeitsbeschränkungen des RBC für den Zug behandelt werden, werden diese zusammen mit normalen temporären Geschwindigkeitsbeschränkungen in der Instanz **u5** modelliert.

u6 beinhaltet die beim Fahren in einem der Slave-Modi notwendigen funktionalen Abläufe.

In **u7** sind die unter der kompletten RBC-Überwachung ablaufenden Fahrvorgänge zum Nachschiebebetrieb, zur Zugtrennung und Zugkopplung beschrieben. Der Rangierfahrbetrieb wird in **u8** behandelt.

Die Instanz **u9** beinhaltet die Vorgänge zum Verlassen der aktiven Level 2 und 3, wie sie beim Verlassen des RBC-Gebietes oder beim vom Fahrer oder vom RBC festgelegten Ende der Fahrbetriebs, d.h. dem logischen Ausschalten des Systems, auftreten.

□ 4.1 Data Entry in an Area Covered by Radio

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Eingabe bzw. Änderung und Validierung von Zugdaten durch den Lokführer in der Betriebsart Dateneingabe.

Aktivierung:

Abhängig von der vorherigen Betriebsart und vom aktuellen betrieblichen Szenario gibt es unterschiedliche Möglichkeiten des Eintritts in die Dateneingabe, des Ablaufs der Abstimmung der Zugdaten zwischen Lokführer, Onboard-Gerät und RBC sowie des Endes der Dateneingabe.

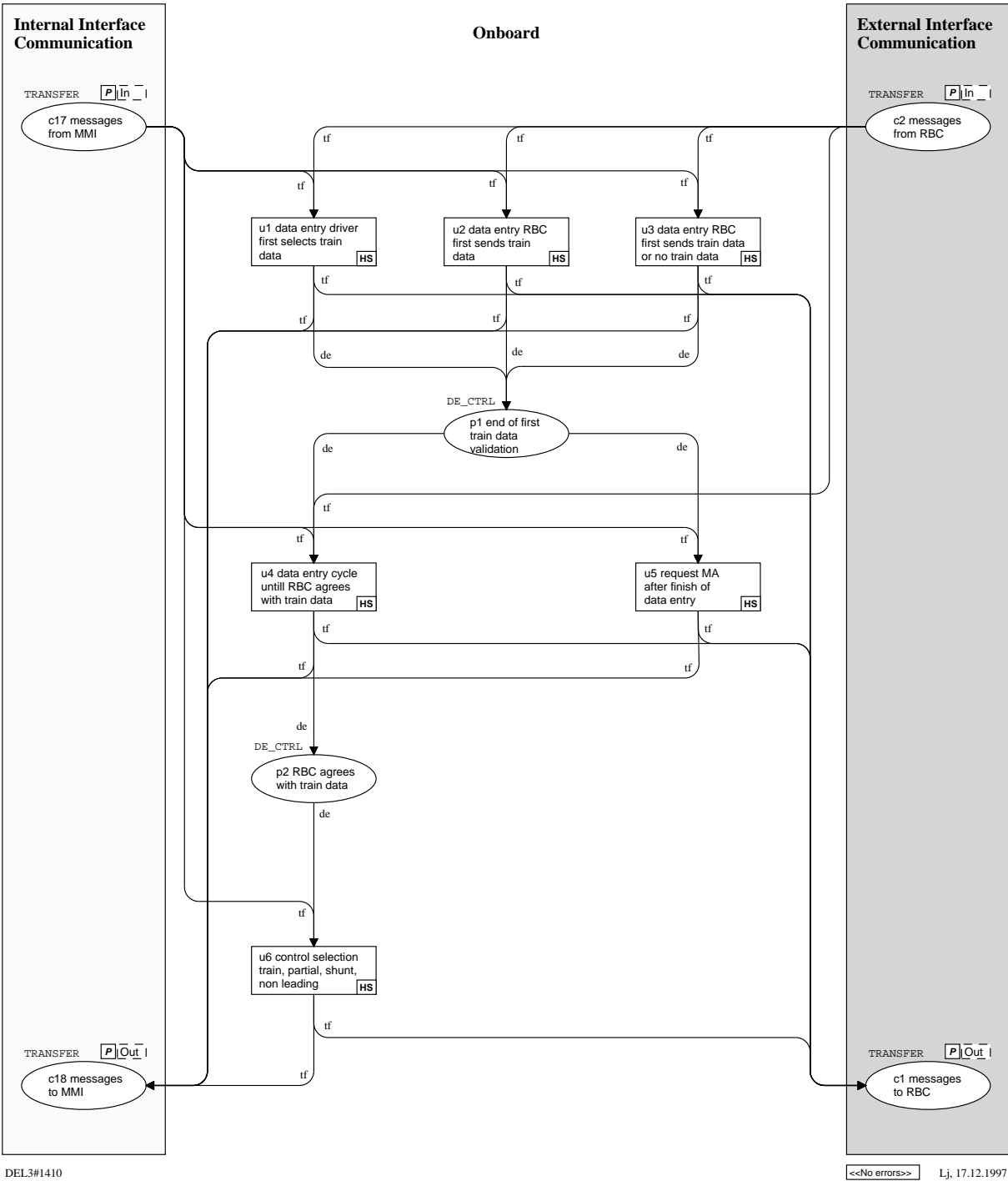
Beschreibung:

u1, **u2** und **u3** bilden die drei Eintrittsmöglichkeiten in die Dateneingabe ab. **u1** beschreibt den vom Lokführer initiierten Übergang in die Dateneingabe, falls die Zugdaten vom RBC explizit anfordern sind. **u2** stellt den Übergang in die Dateneingabe dar, bei dem das RBC zuvor schon Zugdaten an das Onboard-Gerät gesandt hat. **u3** beschreibt darüber hinausgehend den Fall, daß das RBC vor dem Übergang in die Dateneingabe auch gemeldet haben kann, daß er über keine Zugdaten verfügt. Es wird jeweils der Ablauf der Dateneingabe bis zur ersten Meldung der validierten Zugdaten an das RBC und Markierung von **p1** beschrieben.

In den meisten Fällen kann das RBC bei Nichtübereinstimmung mit den validierten Zugdaten weitere Dateneingabe-Durchläufe durch wiederholte Übersendung von zu validierenden Zugdaten an das Onboard-Gerät erzwingen. **u4** beschreibt diese Ablaufvariante, die mit der Markierung von **p2** endet, wenn das RBC seine Zustimmung zu den validierten Zugdaten übermittelt hat. Anschließend erhält der Lokführer die Möglichkeit, die Betriebsart zu wählen. Die Instanz **u6** beschreibt die Kontrolle dieser Wahlmöglichkeiten und den Übergang in die neue Betriebsart.

Die Instanz **u5** beschreibt die Ablaufvariante, bei der sich nach der ersten Eingabe und Validierung von Zugdaten kein weiterer Dateneingabezyklus anschließen kann, sondern bei der das RBC sofort im Anschluß einen Fahrauftrag erteilt.

4.1 Data Entry in an Area Covered By Radio



□ 4.1.1 Data Entry in an Area Covered by Radio - Driver First Selects Data Entry

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt den Übergang in die Dateneingabe für den Fall, daß die Übermittlung von zu validierenden Zugdaten vom RBC nicht Bestandteil des vorherigen Szenarios ist und daß diese Zugdaten daher vom RBC explizit anfordern sind.

Aktivierung:

Der Ablauf des Netzes wird dadurch initiiert, daß der Fahrer „Dateneingabe“ wählt, aber nicht in einer Situation, in der sich aus dem vorherigen Szenario zwangsläufig ergibt, daß das RBC ohne explizite Anforderung Zugdaten senden wird.

Beschreibung:

Liegt das entsprechende vom MMI auf **ma7** vor und steht der Zug still, so zieht **t1** die Marke von **ma7** ab, trägt im Onboard-Status **f1** die Betriebsart „DE“ ein, veranlaßt über den internen Bus **f8** die Löschung des aktuellen Fahrauftrags und erzeugt eine Positionsmeldung mit Telegramm 6 auf **mt6**. Falls daraufhin vom RBC zu validierende Zugdaten auf **mt128** empfangen werden, werden sie von **t2** zur Weitersendung an das MMI auf **ma129a** gelegt. Falls das RBC mit dem Telegramm 136 auf **mt136** mitteilt, daß es über keine Zugdaten verfügt, werden die derzeit auf Zugseite verfügbaren Zugdaten von **f3** über **ma129b** an das MMI gesendet. Die vom Lokführer am MMI eingegeben bzw. geänderten und validierten Zugdaten werden auf **ma1** bereitgestellt und von **t4** gegen die bisher gespeicherten Zugdaten **f3** ausgetauscht. Außerdem wird ein Telegramm 1 mit diesen Zugdaten an das RBC auf **mt1** generiert und **p1** markiert.

□4.1.2 Data Entry in an Area Covered by Radio - RBC First Sends Train Data

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt den Übergang in die Dateneingabe für den Fall, daß die Übersendung von zu validierenden Zugdaten vom RBC an das Onboard-Gerät Bestandteil des vorherigen Szenarios ist. Es erfolgt also keine explizite Anforderung von Zugdaten vom RBC.

Aktivierung:

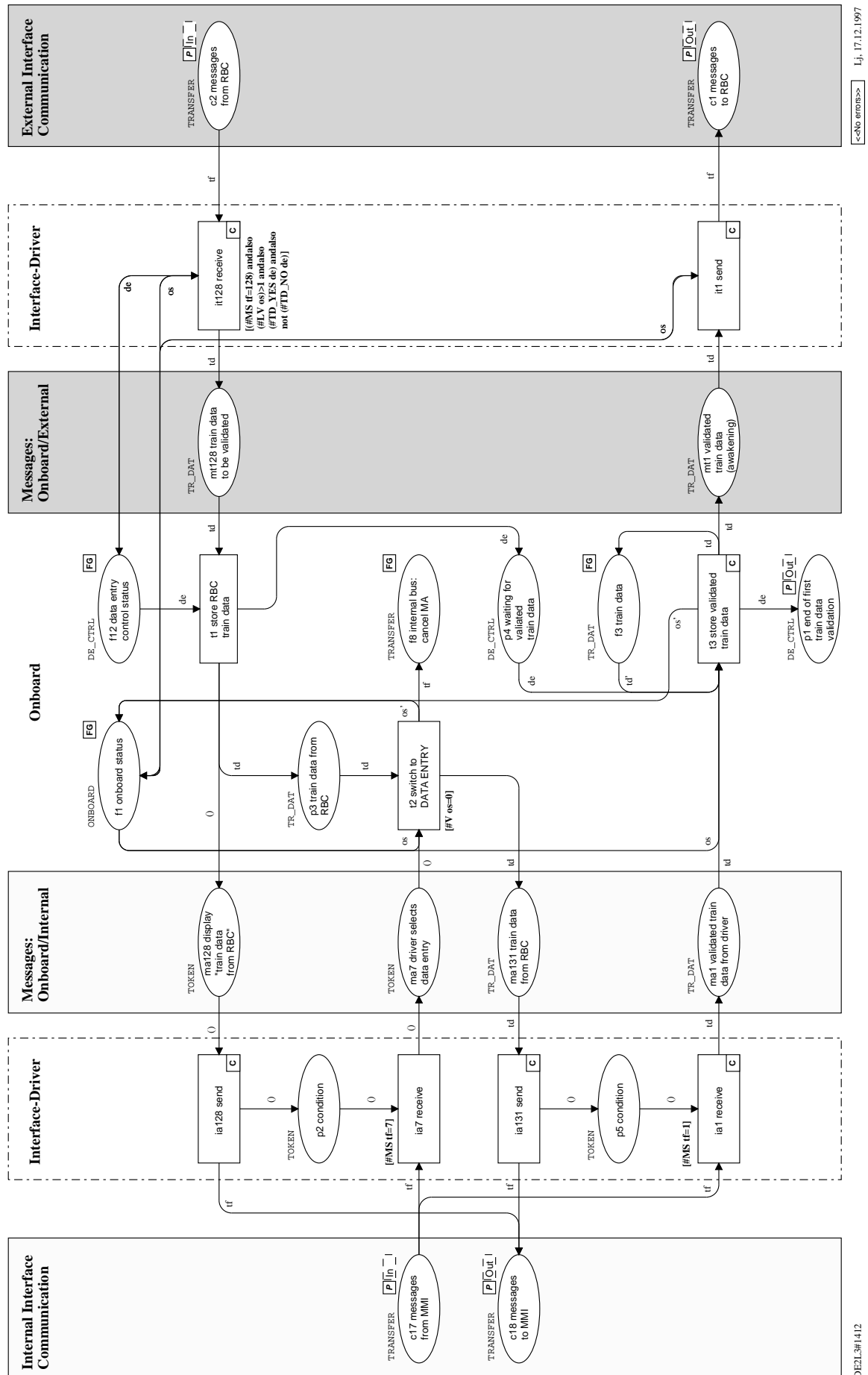
Der Ablauf des Netzes wird dadurch initiiert, daß das RBC zu validierende Zugdaten sendet, ohne daß der Lokführer zuvor Dateneingabe gewählt hat, und daß dieser Ablauf sich zwangsläufig aus dem vorherigen Szenario ergibt. Dafür kommen Joining, Splitting und ein bestimmter Fall beim Awakening in Betracht. Diese Eintrittsvariante in die Dateneingabe wird folglich in den entsprechenden Szenarios über den Fusion-Platz **f12** koordiniert.

Beschreibung:

t1 zieht die Marke mit den im Telegramm 128 vom RBC gesandten Zugdaten von **mt128** ab und speichert sie auf **p3** zwischen, bis der Lokführer Dateneingabe wählt. Außerdem generiert **t1** ein an das MMI zu sendende Telegramm mit einem Hinweis für den Lokführer, daß Zugdaten vom RBC vorliegen, auf **ma128**. Hat der Lokführer Dateneingabe gewählt, so zieht **t2** die entsprechende Marke von **ma7** ab, veranlaßt über den internen Bus **f8** die Löschung des aktuellen Fahrauftrags, zieht die zwischengespeicherten Zugdaten von **p3** ab und generiert daraus ein Telegramm an das MMI auf **ma131**.

Die vom Lokführer am MMI validierten Zugdaten werden auf **ma1** bereitgestellt und von **t3** gegen die bisher gespeicherten Zugdaten **f3** ausgetauscht. Außerdem wird ein Telegramm 1 mit diesen Zugdaten an das RBC auf **mt1** generiert und **p1** markiert.

4.1.2 Data Entry Covered By Radio - RBC First Sends Train Data



DEEL3#1412

Lj, 17.12.1997

□4.1.3 Data Entry in an Area Covered by Radio - RBC First Sends Train Data or No Train Data

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt den Übergang in die Dateneingabe für den Fall, daß die Übersendung von zu validierenden Zugdaten vom RBC an das Onboard-Gerät Bestandteil des vorherigen Szenarios ist. Alternativ kann das RBC auch melden, daß ihm keine Zugdaten vorliegen. Es erfolgt keine explizite Anforderung von Zugdaten vom RBC.

Aktivierung:

Der Ablauf des Netzes wird dadurch initiiert, daß das RBC zu validierende Zugdaten sendet oder mit Telegramm136 mitteilt, daß ihm keine Zugdaten vorliegen, und beides, ohne daß der Lokführer zuvor Dateneingabe gewählt hat. Diese Eintrittsvariante ist ausschließlich in einem bestimmten Fall beim Awakening relevant und wird dort über den Fusion-Platz **f12** konditioniert.

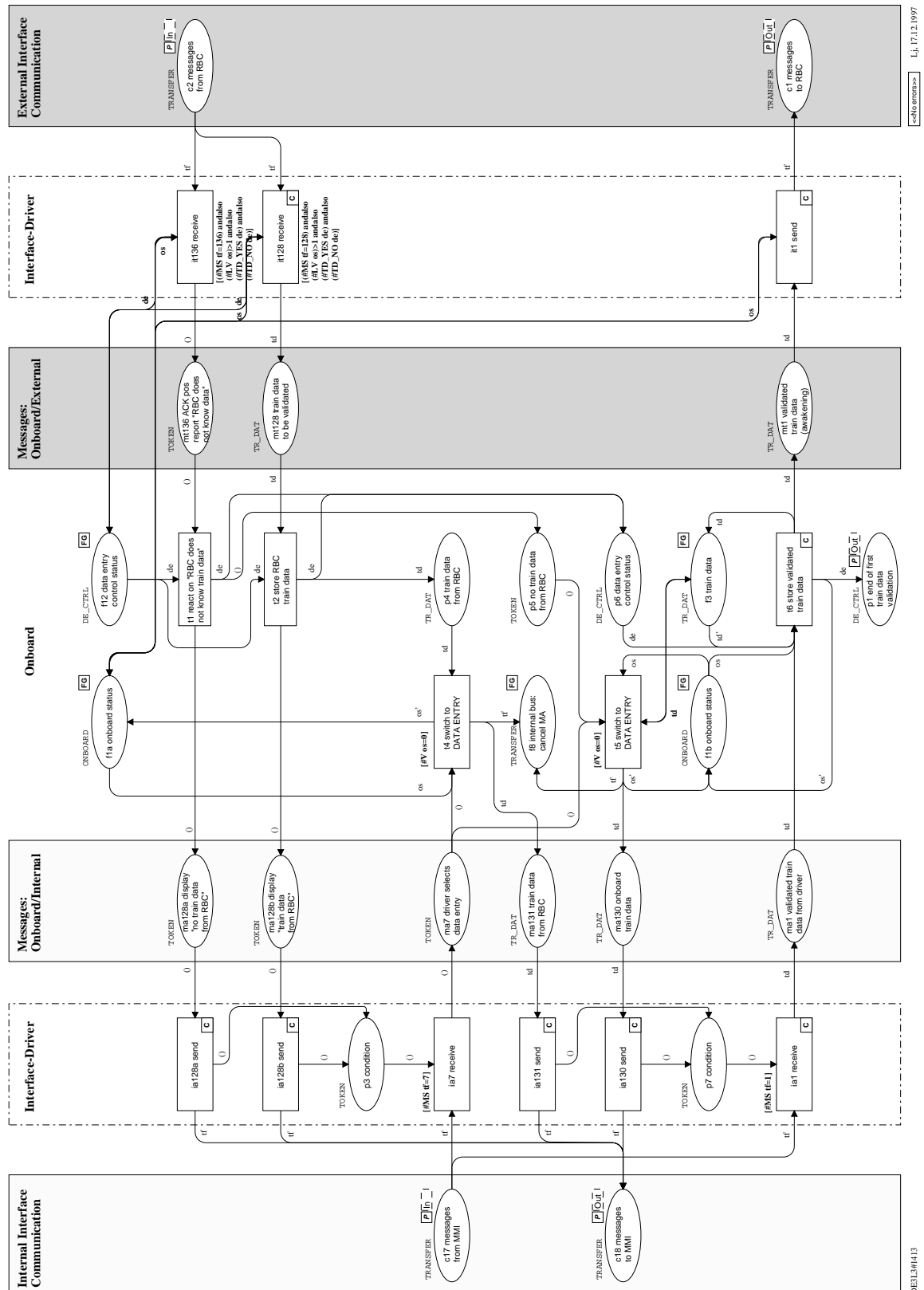
Beschreibung:

Falls vom RBC Zugdaten auf **mt128** bereitgestellt werden, generiert **t2** ein an das MMI zu sendendes Telegramm mit einem Hinweis an den Lokführer, daß Zugdaten vom RBC vorliegen, auf **ma128b**. Die Zugdaten werden auf **p4** zwischengespeichert, bis der Lokführer Dateneingabe wählt. Ist dies geschehen und steht der Zug still, so zieht **t4** die entsprechende Marke von **ma7** ab, veranlaßt über den internen Bus **f8** die Löschung des aktuellen Fahrauftrags, zieht die zwischengespeicherten Zugdaten von **p4** ab und generiert daraus ein Telegramm an das MMI auf **ma131**. Außerdem wird im Onboard-Status die Betriebsart „DE“ eingetragen.

Falls das RBC mit Telegramm 136 meldet, daß ihm keine Zugdaten vorliegen, generiert **t1** einen entsprechenden Hinweis für den Lokführer auf **ma128a** und markiert **p5**. Wenn der Lokführer darauf Dateneingabe wählt und der Zug still steht, dann zieht **t5** die Marken von **ma7** und **p5** ab, generiert aus den auf Zugseite verfügbaren Zugdaten **f3** ein entsprechendes Telegramm an das MMI auf **ma130** und trägt im Onboard-Status die Betriebsart „DE“ ein.

Die vom Lokführer am MMI validierten Zugdaten werden auf **ma1** bereitgestellt und von **t6** gegen die bisher gespeicherten Zugdaten **f3** ausgetauscht. Außerdem wird ein Telegramm 1 mit den validierten Zugdaten an das RBC auf **mt1** generiert und **p1** markiert.

4.1.3 Data Entry Covered By Radio - RBC First Sends Train Data or No Train Data



□4.1.4 Data Entry in an Area Covered by Radio - Data Entry Cycle until RBC Agrees with Train Data

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt den Vorgang der wiederholten Änderung und Validierung von Zugdaten und den Austausch von zu validierenden und validierten Zugdaten zwischen RBC und Onboard-Gerät solange, bis das RBC explizit zustimmt oder einen Fahrauftrag sendet. Diese Dateneingabe-Schleife kann einmal, mehrmals oder auch keinmal durchlaufen werden.

Aktivierung:

Der Ablauf des Netzes wird dadurch aktiviert, daß nach der Sendung der ersten validierten Zugdaten vom Onboard-Gerät an das RBC **p1** markiert ist und gemäß dem vorherigen Szenario eine Zurückweisung validierter Zugdaten durch das RBC möglich sein soll. Dies ist der Regelfall, mit der Ausnahme des Joining und Splitting, wenn danach kein Awakening erfolgt.

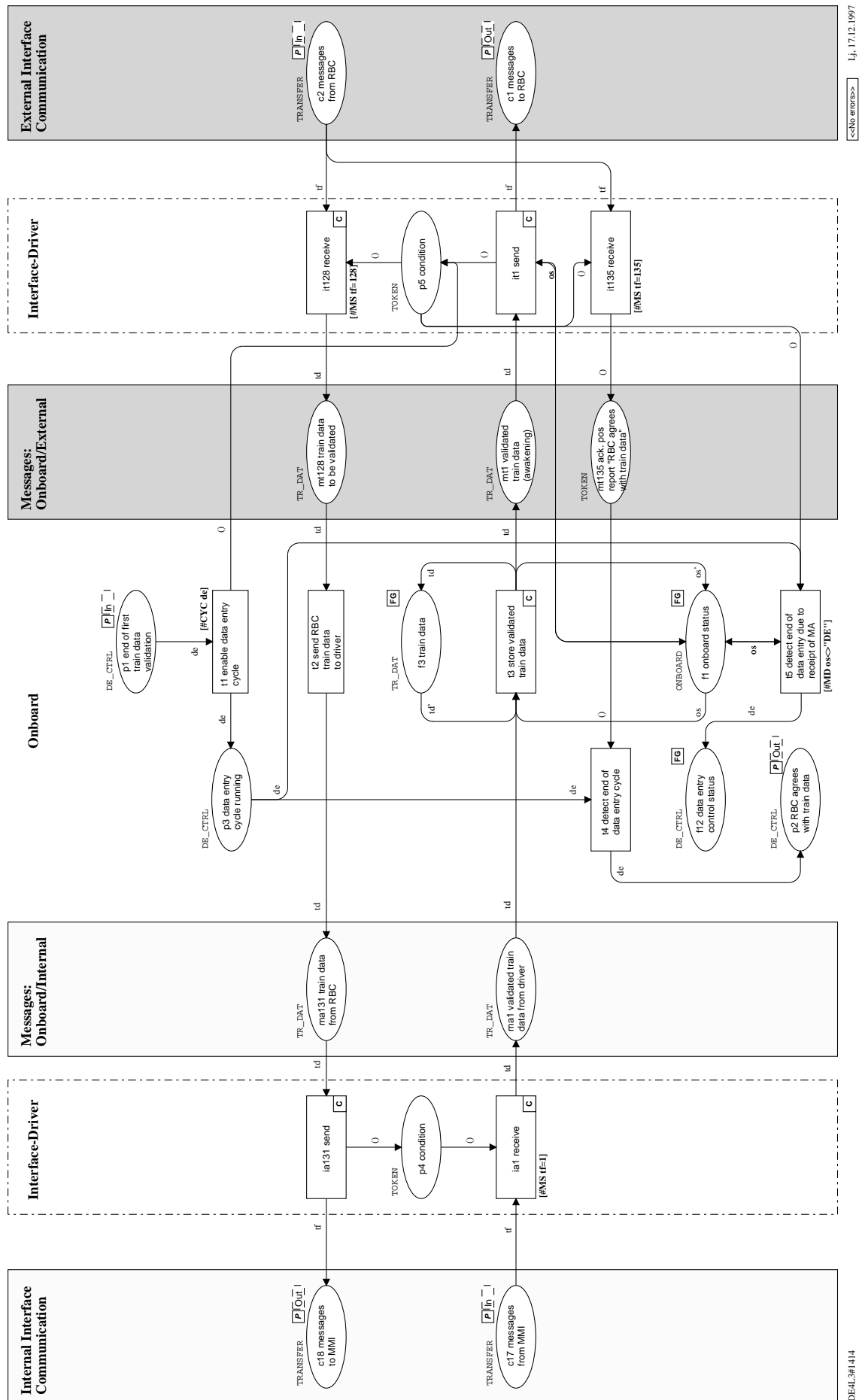
Beschreibung:

Ist eine Zurückweisung validierter Zugdaten durch das RBC möglich, so schaltet **t1**, markiert **p3** und **p5**, letzteren Platz für die Konditionierung der relevanten Treiber **it128** und **it135** für den Empfang entweder der zu validierenden Zugdaten **mt128** oder der Nachricht mit der Zustimmung des RBC **mt135**.

Falls das RBC zu validierende Zugdaten **mt128** übermittelt, generiert **t2** daraus ein Telegramm an das MMI auf **ma131**. Die vom Lokführer am MMI ggf. geänderten und validierten Zugdaten werden auf **ma1** bereitgestellt und von **t3** gegen die bisherigen Zugdaten auf **f3** ausgetauscht. Außerdem wird ein an das RBC zu sendendes Telegramm 1 mit diesen Zugdaten auf **mt1** generiert. Der beschriebene Zyklus kann wiederholt durchlaufen werden

Die Dateneingabe-Schleife endet mit dem Empfang der Zustimmung des RBC zu den letzten validierten Zugdaten. Das entsprechende Telegramm 135 auf **mt135** führt dazu, daß **t4** schaltet, die Marke von **p3** abzieht und auf **p2** legt. Alternativ kann die Dateneingabeschleife auch dadurch beendet werden, daß vom RBC ein Fahrauftrag gesendet wird, der in einem anderen Netz verarbeitet wird. In diesem Fall detektiert **t5** den Betriebsartwechsel am Onboard-Status **f1** und zieht die Marke von **p3** ab.

4.1.4 Data Entry Covered By Radio - Data Entry Cycle until RBC Agrees with Train Data



□4.1.5 Data Entry in an Area Covered by Radio - Request MA after Finish of Data Entry

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt den Übergang von der Dateneingabe in die vom Fahrer zu wählende Betriebsart „Zug“, der nur für die Szenarios Joining und Splitting relevant ist.

Aktivierung:

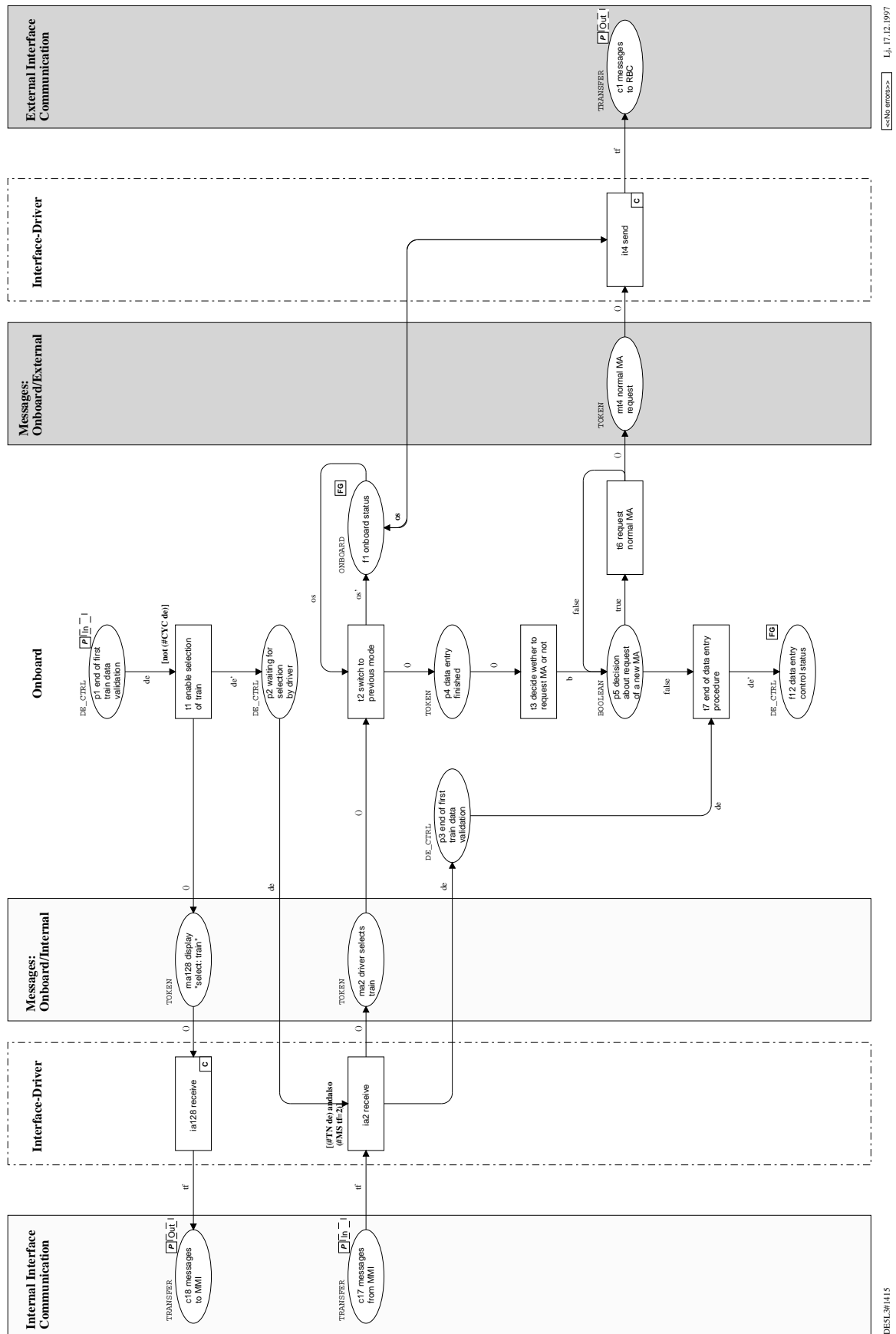
Das Netz wird dadurch aktiviert, daß nach dem ersten Senden der validierten Zugdaten vom Onboard-Gerät an das RBC **p1** markiert ist und eine Zurückweisung der Zugdaten durch das RBC nicht möglich ist.

Beschreibung:

t1 legt die Marke von **p1** auf **p2**, erzeugt ein Telegramm an das MMI auf **ma128**, welches dem Lokführer die Wahlmöglichkeit „Zug“ anzeigt., und schreibt die Information über die Wahlmöglichkeit in die Marke auf **p2**. Wenn der Lokführer „Zug“ gewählt hat und das entsprechende Telegramm vom MMI auf **ma2** bereitgestellt wird, trägt **t2** im Onboard-Status **f1** wieder die Betriebsart ein, die vor der Dateneingabe galt, und markiert **p4**. Beim Empfang der Nachricht mit der Wahl des Lokführers wird außerdem von **ia2** die Marke von **p2** auf **p3** gelegt.

Nachdem damit die Dateneingabe beendet ist, zieht **t3** die Marke von **p4** ab und bestimmt mit der Marke auf **p5**, ob **t6** ein Telegramm 4 zur Anforderung eines Fahrauftrags vom RBC auf **mt4** generieren soll. Andernfalls bzw. danach zieht **t7** die Marke von **p5** ab und legt die Marke von **p3** auf **f12**, womit das Dateneingabe-Netz wieder in den Ausgangszustand überführt wird.

4.1.5 Data Entry Covered By Radio - Request MA after Finish of Data Entry



DES1_3w1415

Lj, 17.12.1997

□4.1.6 Data Entry in an Area Covered by Radio - Control Selection of Train, Partial Supervision, Shunting, Non Leading

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt den Übergang von der Dateneingabe in die vom Lokführer zu wählende Betriebsart.

Aktivierung:

Das Netz wird dadurch aktiviert, daß nach der Zustimmung des RBC zu den zuletzt validierten Zugdaten **p2** markiert ist.

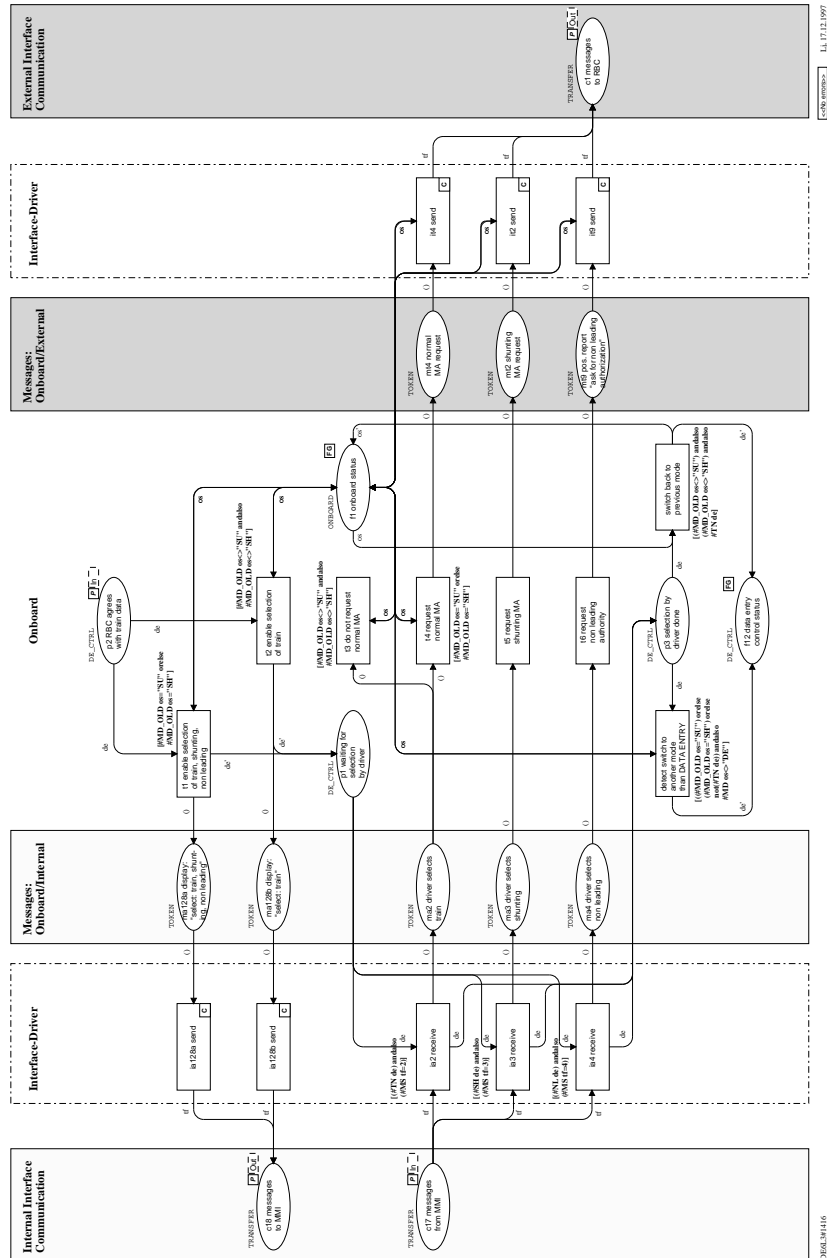
Beschreibung:

Falls die Dateneingabe am Ende eines Awakening oder Rangierens stattfindet, so schaltet **t1**, legt die Marke von **p2** auf **p1** und erzeugt ein Telegramm an das MMI auf **ma128a**, welches dem Lokführer die Wahlmöglichkeiten „Zug“, „Rangieren“ und „Nicht Führend“ anzeigt. Andernfalls schaltet die Transition **t2** analog zu **t1**, ermöglicht dem Lokführer jedoch nur die Wahl von „Zug“. Die Information über die Wahlmöglichkeiten wird von der jeweiligen Transition in der Marke auf **p1** vermerkt.

Jenachdem, welche Wahl der Lokführer trifft, wird bei „Zug“ **ma2**, bei „Rangieren“ **ma3** oder bei „Nicht Führend“ **ma4** markiert. Von der jeweils nachgeschalteten Transition **t4** oder **t5** oder **t6** wird ein Telegramm mit einer entsprechenden Anfrage an das RBC generiert, und zwar auf **mt4** für einen normalen Fahrauftrag, auf **mt2** für einen Rangierauftrag oder auf **mt9** für die Erlaubnis, „nicht führend“ zu fahren. Bei Markierung von **ma2** (Wahl von „Zug“) wird von **t4** ein normaler Fahrauftrag nur unter der Bedingung angefordert, daß der Zug damit ein Awakening oder Rangieren beendet. Andernfalls zieht **t3** die Marke von **ma2** ab. Beim Empfang der Nachricht mit der Wahl des Lokführers wird außerdem vom entsprechenden Treiber die Marke von **p1** nach **p3** gelegt.

Der Übergang von der Dateneingabe in die vom Fahrer gewählte Betriebsart hängt vom vorherigen Szenario ab. Falls sich der Zug am Ende eines Awakening oder Rangierens befindet oder der Fahrer nicht „Zug“ gewählt hat, so wird der Betriebsartwechsel nicht in diesem Netz vorgenommen, sondern die Betriebsart bleibt solange „DE“, bis vom RBC ein Fahrauftrag eintrifft, der in einem anderen Netz verarbeitet wird und dort den Umschaltvorgang auslöst. In diesem Fall detektiert **t7** nur den Umschaltvorgang über den Onboard-Status **f1**, um das Dateneingabe-Netz wieder in den Ausgangszustand zu überführen. Andernfalls schaltet **t8** und trägt im Onboard-Status **f1** wieder die Betriebsart ein, die vor der Dateneingabe galt.

4.1.6 Data Entry in an Area Covered By Radio - Control Selection of Train, Partial Supervision, Shunting, Non Leading



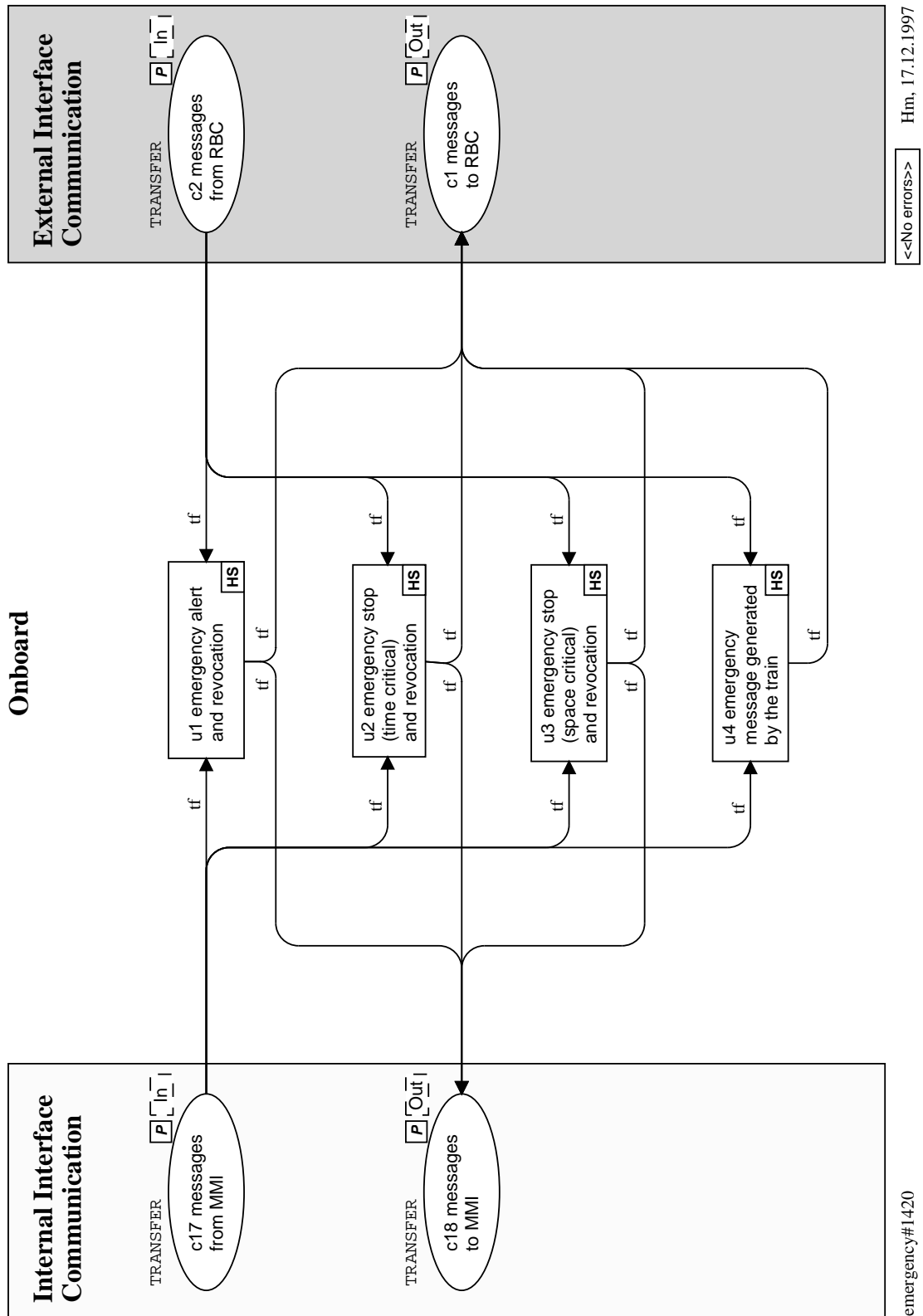
9171A219AC

□ 4.4 Manage Emergencies and Revocations

Inhalt/Aufgabe:

Es gibt drei verschiedene Alarmmeldungen, die ein RBC dem Zug senden kann. Diese sind in jeweils einer Instanz **u1**, **u2** und **u3** zusammen mit dem Szenario zu ihrer Aufhebung dargestellt. Zusätzlich kann der Triebfahrzeugführer das RBC über eine Notfallmeldung informieren (**u4**).

4.4 Manage Emergencies and Revocations



□ 4.4.1 Emergency Alert and Revocation

Inhalt / Aufgabe:

Dieses Netz beschreibt den Ablauf nach Erhalt eines Notfall-Alarms vom RBC.

Aktivierung:

Das Netz wird durch den Empfang des Telegramms vom RBC auf **mt143** aktiviert.

Beschreibung:

Das RBC sendet eine Notfall-Meldung an den Zug, die dem Fahrer auf dem MMI über **ma128a** angezeigt wird.

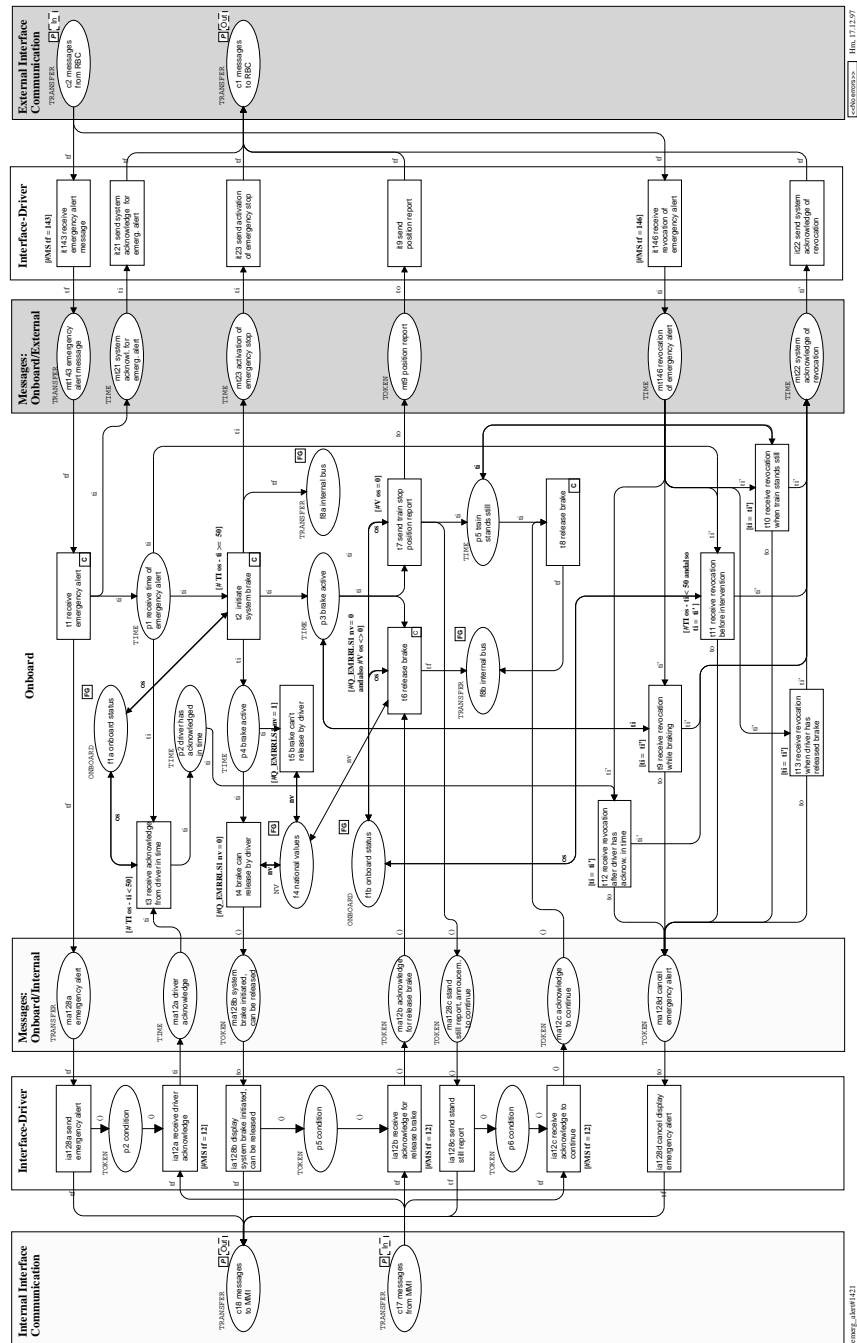
Bestätigt der Fahrer nach Erhalt des Notfall-Alarms durch Markierung von **ma12a** innerhalb von 5 Sekunden (**f1a**), übernimmt der Fahrer die Verantwortung selbst und **p2** wird dabei markiert. Bestätigt der Fahrer nicht innerhalb der 5 Sekunden, aktiviert **t2** die Systembremse, was der entsprechenden Funktion über den internen Bus **f8a** mitgeteilt wird. Das RBC erhält eine Nachricht mit **mt23**.

Je nach nationalen Regeln **f4** kann es dem Fahrer möglich sein, während des Bremsvorganges die Bremsen zu lösen. Diese Möglichkeit wird dem Fahrer zusammen mit der Nachricht über die aktivierte Systembremse auf dem MMI durch **t4** angezeigt. Läßt das System die Aufhebung des bereits eingesetzten Bremsvorganges durch die Fahrerbestätigung **ma12b** zu, führt **t6** bei noch fahrendem Zug dazu, die Bremse zu lösen. Dies wird wiederum über **f8** der entsprechenden Funktion mitgeteilt.

Ist der Zug durch eine vollständige Bremsung zum Stillstand gekommen, wird durch **t7** die Zugposition an das RBC gesendet. Der Fahrer wird durch Markierung von **ma128c** dazu aufgefordert, zu bestätigen, so daß durch **t8** die Bremsen über **f8b** gelöst werden.

Wenn das RBC eine bereits dem Onboard-Gerät gesendete Alarmmeldung aufhebt (**mt146**), muß unterschieden werden, ob der Bremsvorgang vom System schon eingeleitet wurde oder nicht. Im ersten Fall ist es dem System nicht mehr möglich, den Bremsvorgang zu unterbrechen. Es wird lediglich die Alarmmeldung durch **t9** auf dem Display des MMI gelöscht; der Zug wird bis zum Stillstand abgebremst. Erfolgt die Rücknahme des Notfall-Alarms vom RBC erst nachdem der Zug schon steht, führt **t8** dazu, daß die Bremsen über **f8b** gelöst werden und die Alarmmeldung auf dem MMI verschwindet (**t10**). Im zweiten Fall, bei dem der Bremsvorgang vom System noch nicht eingeleitet wurde, wird lediglich die Nachricht der Alarmmeldung durch **t11** bzw. **t12** auf dem Display des MMI gelöscht.

4.4.1 Emergency Alert and Revocation



□ 4.4.2 Emergency Stop (time critical) and Revocation

Inhalt / Aufgabe:

In diesem Netz wird der Ablauf nach Erhalt einer zeitkritischen Nothalt-Meldung durch das RBC behandelt.

Aktivierung:

Das Netz wird durch den Empfang des Telegramms vom RBC auf **mt144** aktiviert.

Beschreibung:

Sendet das RBC eine zeitkritische Nothalt-Meldung an den Zug, wird automatisch die Systembremse aktiviert, was über den internen Bus **f8** der entsprechenden Funktion mitgeteilt wird. Der Fahrer erhält die Mitteilung **ma128a** auf dem MMI. **t2** wertet die Zuggeschwindigkeit von **f1a** aus und meldet bei Zugstillstand die Zugposition an das RBC.

Bei der Rücknahme eines zeitkritischen Nothalts durch das RBC wird bei aktiver Bremsung (**t3**) oder bei Zugstillstand (**t4**) die Bremse durch das System gelöst, indem über **f8** die entsprechende Funktion aktiviert wird. Die Anzeige der Nothalt-Meldung wird durch Markierung von **ma128b** auf dem MMI gelöscht und das RBC erhält eine Rücknahmebestätigung (**mt147**).

Abhängig von einem nationalen Wert **f4** erhält der Fahrer bei fehlender Funkverbindung (**f1b**) zum RBC und nur bei Zugstillstand durch **t5** die Möglichkeit, die Nothalt-Meldung aufzuheben. Dies wird dem Fahrer auf dem MMI über **ma128c** angezeigt. Bestätigt der Fahrer die Aufhebung der Nothalt-Meldung durch das Ablegen einer Marke auf **ma12**, bewirkt **t7**, daß die Bremsen gelöst werden (über **f8**) und daß der Fahrer im SR-Modus weiterfahren kann (**f1b**).

Läßt der nationale Wert **f4** die Aufhebung des Nothalts seitens des Fahrers nicht zu, endet mit **t6** das Szenario.

□ 4.4.3 Emergency Stop (space critical) and Revocation

Inhalt / Aufgabe:

In diesem Netz wird der Ablauf nach Erhalt einer räumlich kritischen Nothalt-Meldung durch das RBC behandelt.

Aktivierung:

Das Netz wird durch den Empfang des Telegramms vom RBC auf **mt45** aktiviert.

Beschreibung:

Sendet das RBC eine räumlich kritische Nothalt-Meldung, die eine verkürzte MA (LOA) beinhaltet, an den Zug, wird dies vom Onboard-Gerät bestätigt (**mt26**) und dem Fahrer wird über **ma129** diese Meldung am MMI angezeigt. **t2** setzt den Status von **f2** auf „true“. Die bis zum Eintreffen des Nothalts gültige MA wird aus **f7** gelesen und in **p2** zwischengespeichert.

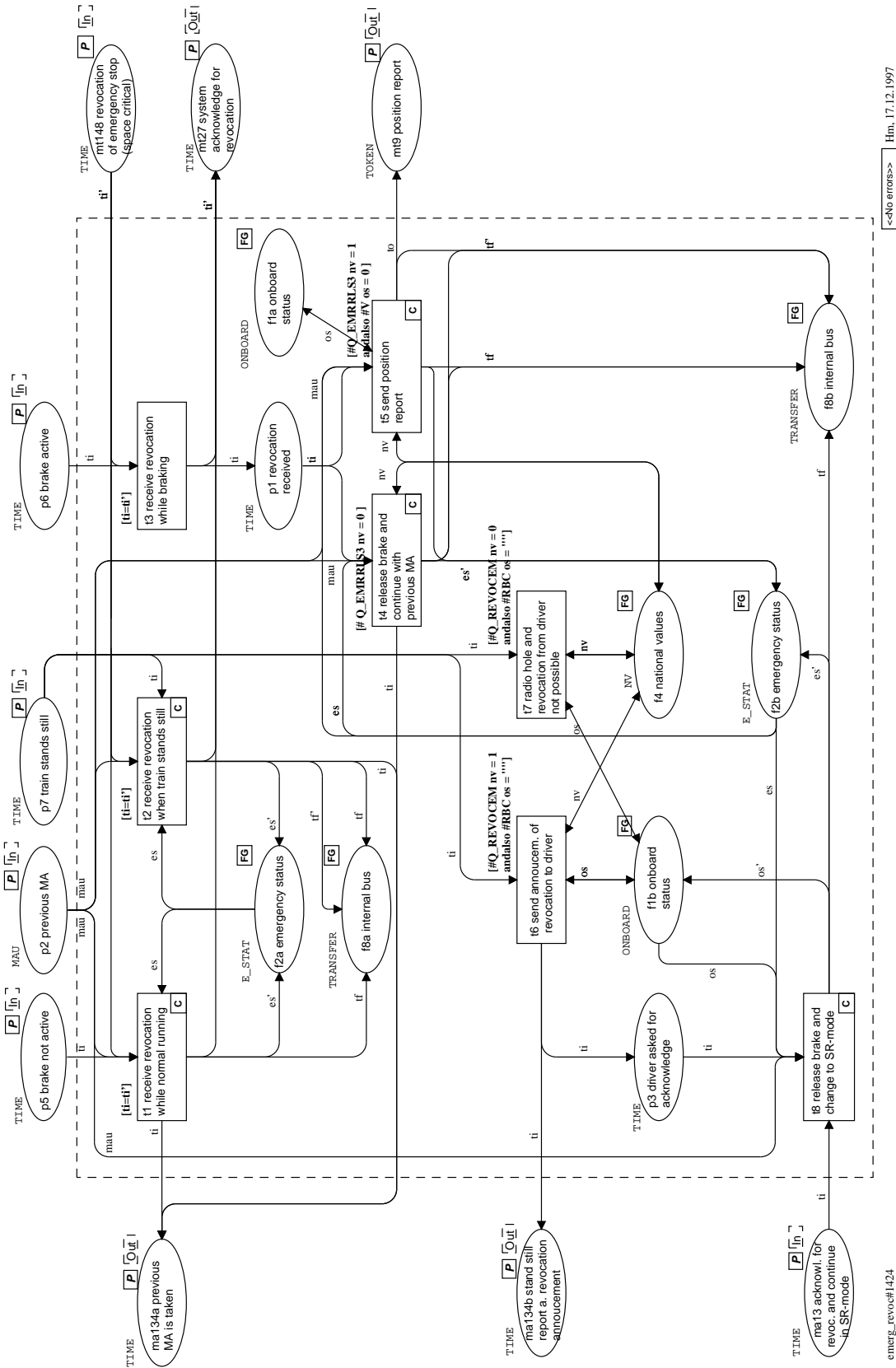
Mit der verkürzten MA wird in **t2** überprüft, ob der Zug die verkürzte MA berücksichtigen kann oder ob die Systembremsen betätigt werden müssen. Kann die LOA übernommen werden, wird diese über den internen Bus **f8** an die MA-Verarbeitung gesendet. Dem Fahrer wird über **ma128b** mitgeteilt, daß die MA verkürzt wurde. Andernfalls werden vom System durch Schalten von **t3** sofort die Bremsen betätigt, was über den internen Bus **f8** an die entsprechende Funktion zur Verarbeitung geleitet wird. Der Fahrer erhält die Meldung über die Markierung auf **ma128a**.

Ist der Bremsvorgang eingeleitet, wird der Zug bis zum Stillstand abgebremst. **t5** wertet die Zuggeschwindigkeit von **f1b** aus und meldet bei Zugstillstand die Zugposition durch **mt9** an das RBC.

Die Rücknahme eines räumlich kritischen Nothalts wird in **im1** beschrieben.

4.4.3.1 Revocation of Emergency Stop (space critical)

Onboard



emerg_revoc#1424

<No errors>> Hm, 17.12.1997

□ 4.4.3.1 Revocation of Emergency Stop (space critical)

Inhalt / Aufgabe:

In diesem Netz wird der Ablauf nach Erhalt der Rücknahme eines räumlich kritischen Nothalts durch das RBC behandelt.

Aktivierung:

Das Netz wird durch den Empfang des Telegramms vom RBC auf **mt148** und Markierung von **p5** und **p2** oder **p7** und **p2** oder **p6** aus dem Obernetz aktiviert.

Beschreibung:

Bei der Rücknahme eines räumlich kritischen Nothalts durch das RBC sind drei Fälle, beschrieben durch **t1**, **t2** bzw. **t3**, zu betrachten.

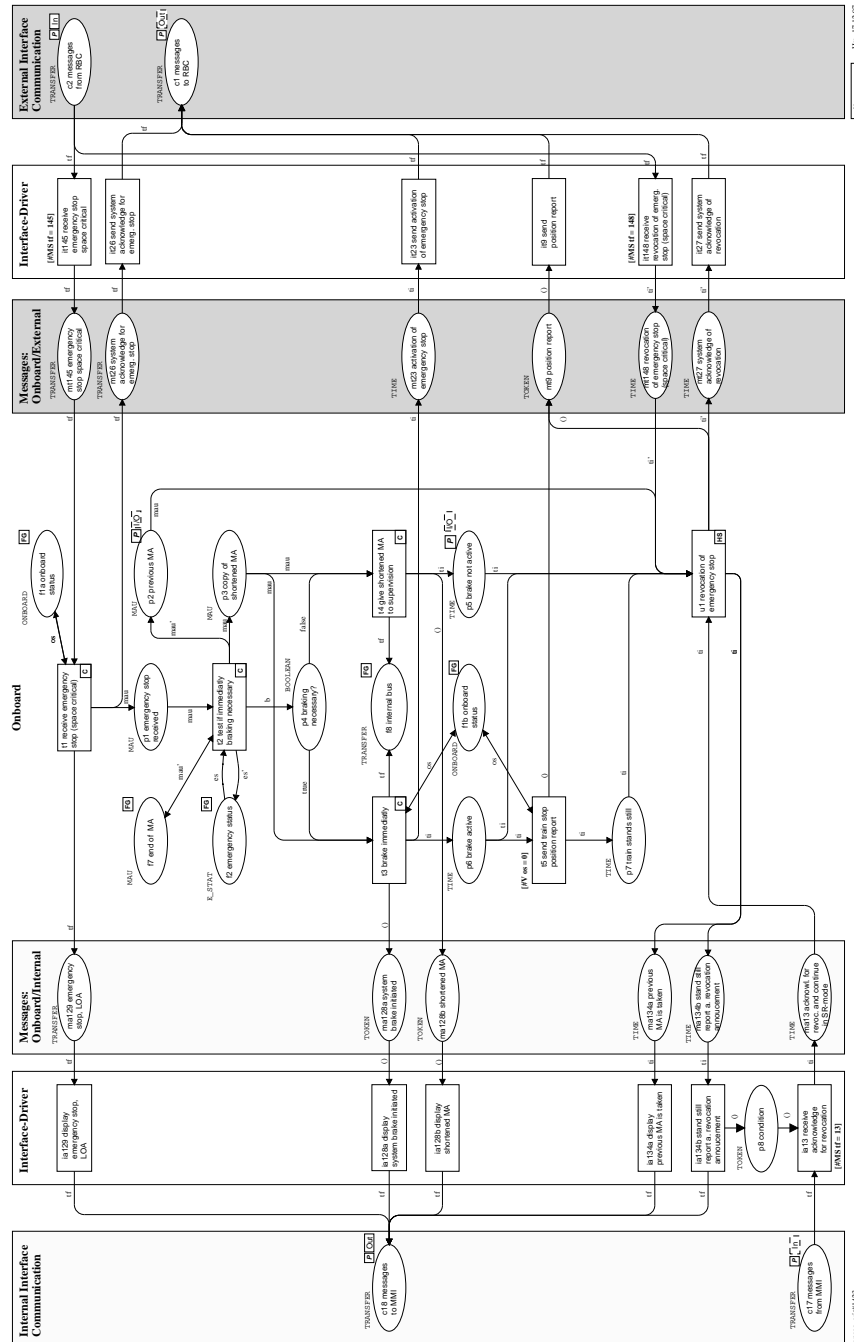
Die Bremse kann abhängig von einem nationalen Wert **f4** noch bei aktiver Bremsung (**t3**) oder erst bei Zugstillstand (**t2**) durch das System gelöst werden, was der entsprechenden Funktion zur Verarbeitung über den internen Bus **f8** mitgeteilt wird.

Die vorher gültige, zwischengespeicherte MA auf **p2** ist in allen drei Fällen wieder gültig und wird über **f8** an die MA-Verarbeitung gesendet. Der Status von **f2** erhält eine „false“-Markierung. Auf dem MMI wird die Meldung über **ma134a** angezeigt, dem RBC wird ein **mt27** gesendet.

Abhängig von einem nationalen Wert **f4** erhält der Fahrer bei fehlender Funkverbindung (**f1b**) zum RBC und nur bei Zugstillstand durch **t6** die Möglichkeit, die Nothalt-Meldung aufzuheben. Bestätigt der Fahrer die Aufhebung der Nothalt-Meldung durch das Ablegen einer Marke auf **ma13**, bewirkt **t8**, bewirkt **t8**, daß die Bremsen gelöst werden (über **f8b**) und daß der Fahrer im SR-Modus weiterfahren kann (**f1b**).

Läßt der nationale Wert **f4** die Aufhebung des Nothalts seitens des Fahrers nicht zu, endet mit **t7** das Szenario.

4.4.3 Emergency Stop (space critical) and Revocation



423

□ 4.4.4 Emergency Message Generated by the Train

Inhalt / Aufgabe:

In diesem Netz wird der Ablauf nach Generierung einer Alarmmeldung seitens des Fahrers an das RBC behandelt.

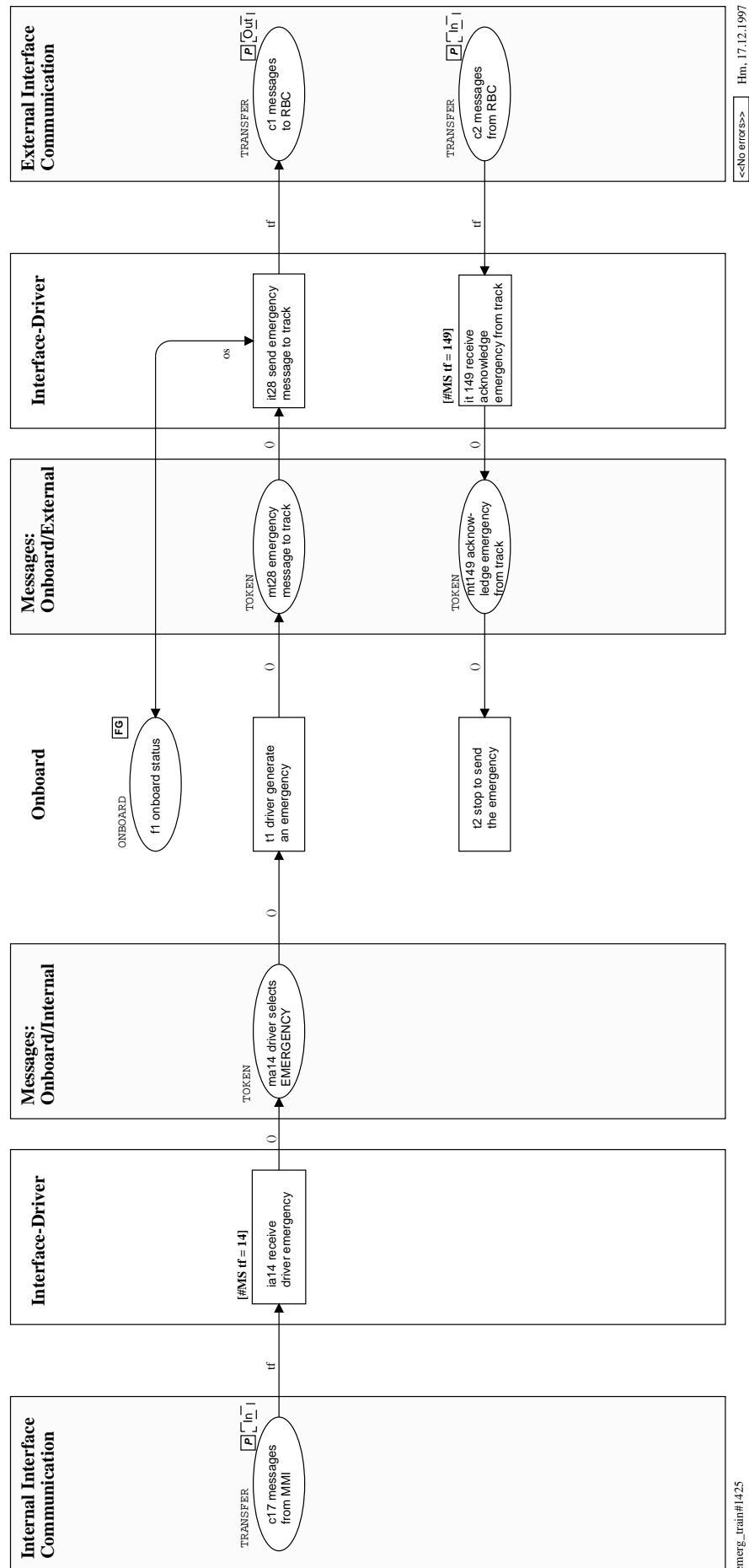
Aktivierung:

Das Netz wird aktiviert, wenn ein vom Triebfahrzeugführer initiiertes Telegramm vom MMI auf **ma14** eingeht.

Beschreibung:

Der Fahrer hat über die Markierung von **ma14** die Möglichkeit das RBC über eine Notfallsituation zu informieren. Das RBC sendet über **mt149** die Bestätigung der Notfallmeldung. Der weitere Verlauf wird durch die Netze **4.4.1**, **4.4.2** und **4.4.3** behandelt.

4.4.4 Emergency Message Generated by the Train

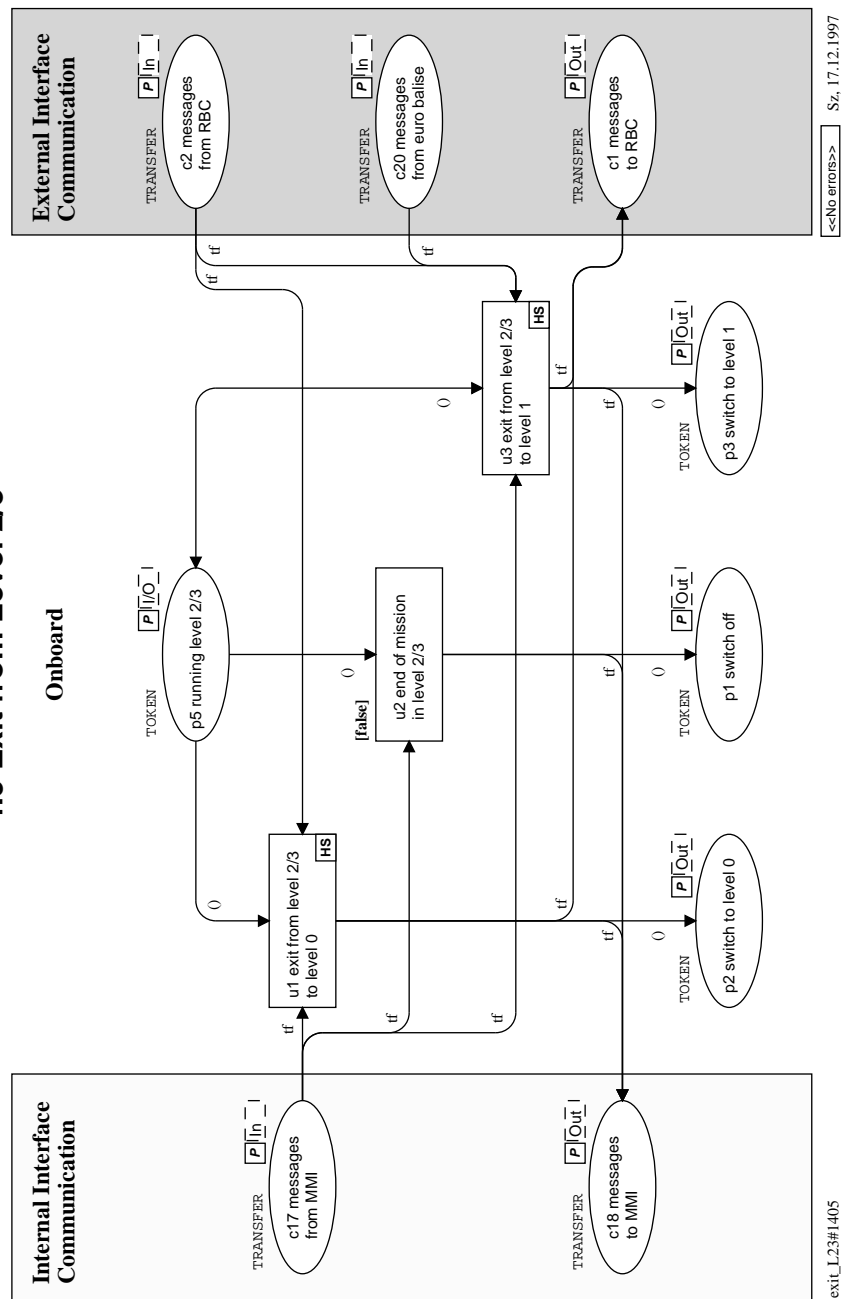


□ 4.9 Exit from Level 2/3

Inhalt / Aufgabe:

Diese Seite dient der Zusammenfassung der 3 Szenarios zum Verlassen des Level 2/3.

4.9 Exit from Level 2/3



□4.9.1 Exit from Level 23 to Level 0

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Ausfahrt eines Zuges aus einem Level-2- oder Level-3-Gebiet in ein Level-0-Gebiet.

Aktivierung:

Das Netz wird durch den Empfang des Ausfahrtfahrauftrags vom RBC und dessen Bereitstellung auf **mt154** aktiviert.

Beschreibung:

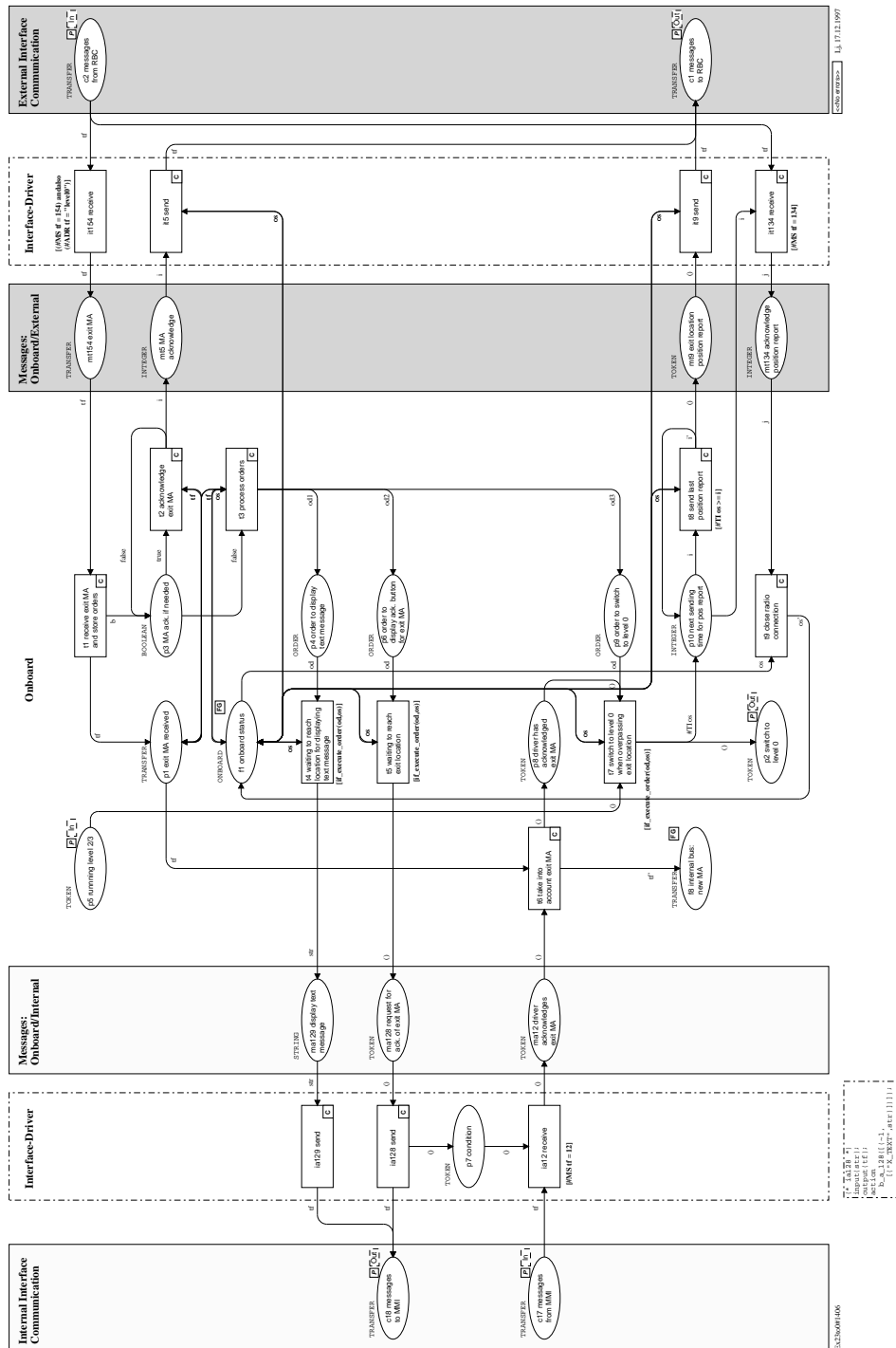
t1 legt die Marke mit dem Ausfahrtfahrauftrag von **mt154** auf **p1** zur Zwischenspeicherung ab und markiert **p3** mit der Information, ob der Ausfahrtfahrauftrag zu quittieren ist. Ist das der Fall, so erzeugt **t2** die Quittung des Fahrauftrags auf **mt5** und setzt die Information auf **p3** zurück. Andernfalls zieht **t2** die Marke von **p3** ab, extrahiert die drei in dem Ausfahrtfahrauftrag auf **p1** enthaltenen Ordnern und legt sie auf **p4**, **p6** und **p9** ab. Die drei Ordnern sind an bestimmten Gleisorten abzuarbeiten. Die Erreichung des jeweils in der Order vorgegebenen Gleisorts wird über den Onboard-Status **f1** von der entsprechenden nachgeschalteten Transition detektiert.

Im einzelnen erzeugt **t4** das Telegramm an das MMI mit dem Hinweis für den Lokführer über die bevorstehende Ausfahrt auf **ma128**.

t5 erzeugt das Telegramm an das MMI mit der Anforderung nach Bestätigung der Ausfahrt durch den Lokführer auf **ma130**. Nach Empfang des Telegramms vom MMI mit der Bestätigung der Ausfahrt durch den Lokführer auf **ma12** leitet **t6** den zwischengespeicherten Ausfahrtfahrauftrag über den internen Bus **f8** an das entsprechende Verarbeitungsnetz und markiert **p8**.

Überfährt der Zug die in der Order auf **p9** gegebene Ausfahrtposition, so zieht **t7** die Marke von **p8** ab, aktiviert das Level-0-Netz durch Markierung von **p2** und markiert **p10** mit der aktuellen Zeit. Damit wird das zyklische Senden einer Positionsmeldung durch **t8** solange bewirkt, bis vom RBC eine Quittung der Positionsmeldung empfangen und auf **mt134** bereitgestellt wird, wobei der Treiber **it134** die Marke mit dem Zeitstempel von **p10** entfernt.

4.9.1 Exit from Level 2/3 to Level 0



□ 4.9.3 Exit from Level 2/3 to Level 1

Inhalt/Aufgabe:

Hier wird die Ausfahrt aus einem RBC-Gebiet in ein Level 1-Gebiet dargestellt. Der Modus „Full Supervision“ bleibt davon unverändert.

Aktivierung:

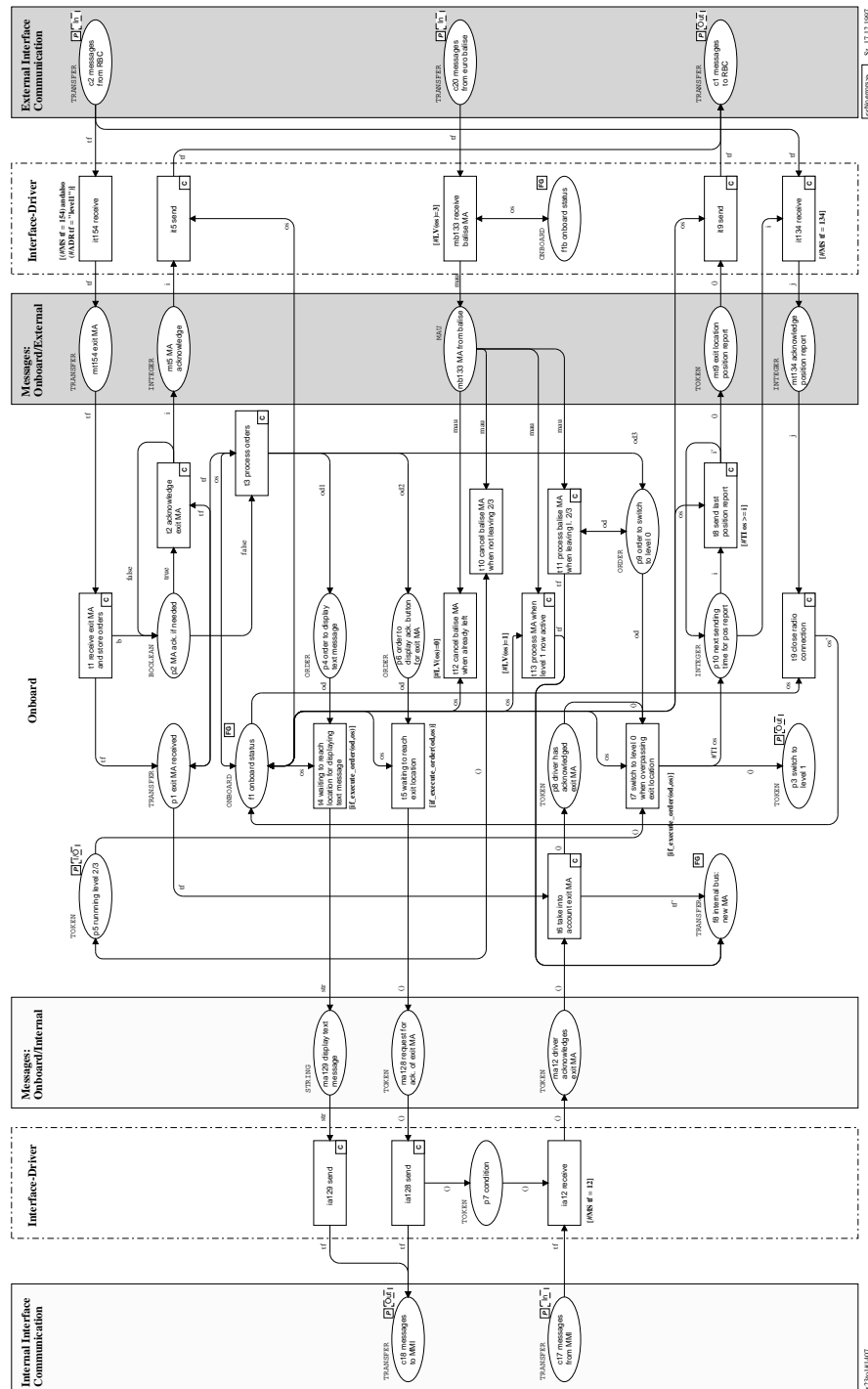
Das Netz wird durch das Telegramm **mt154** vom RBC aktiviert.

Beschreibung:

Die Ausfahrt wird durch eine Nachricht **mt154** vom RBC angekündigt. Durch **t2** wird der Empfang der Nachricht mit **mt5** bestätigt.

In **mt154** sind 3 Steuerbefehle für das Onboard-System enthalten. Der erste ist das Anzeigen einer Textnachricht zur Information des Fahrer über das Verlassen des RBC-Gebietes durch **t4**. Mit **t5** wird dann an der Fahrer aufgefordert, seine Bestätigung zum Wechsel des Level zu geben. Gibt es diese mit **ma12**, so kann **t6** schalten und der letzte Fahrauftrag des RBC wird in **f8** zur Verarbeitung übergeben. Damit liegt eine Marke auf **p8** und **t7** kann mit einer Marke auf **p3** der Wechsel des Level anregen, sobald die in **p9** dafür gespeicherte Position erreicht wird. Gleichzeitig wird eine letzte Positionsmeldung über **mt9** an das RBC gesendet. Sobald dieses mit **mt134** den Empfang bestätigt kann mit **t9** die Radioverbindung unterbrochen werde. Die Transitionen **t10** bis **t13** übernehmen die Zulassungsprüfung von eventuell während des Szenarios schon eingehenden Fahraufträgen **mb133** von Balisen.

4.9.3 Exit from Level 2/3 to Level 1



□ 4.10 Normal Running Level 2/3

Inhalt/Aufgabe:

Das dargestellte Szenario beschränkt sich auf die Zulässigkeitsprüfung der über **mt131**, **mt132** und **mt133** eingehenden Fahraufträge.

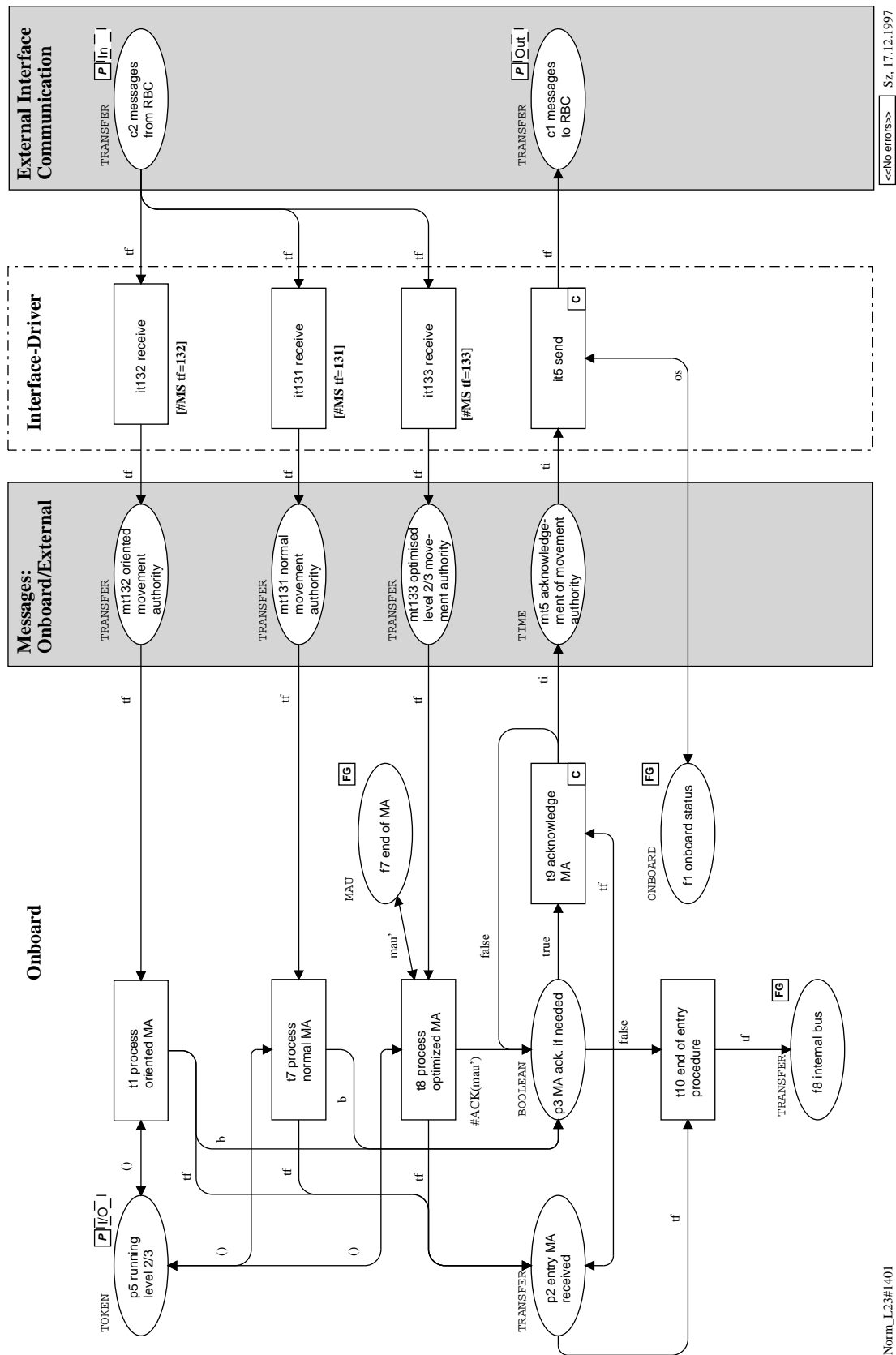
Aktivierung:

Das Netz kann nur bei aktivem Level 2/3 schalten (Marke auf **p5**) und wird durch einen Fahrauftrag vom RBC aktiviert.

Beschreibung:

Inhalt der beiden ersten Telegramme ist auch ein Zeiger der angibt, ob der Empfang des Fahrauftrags mit **mt5** bestätigt werden muß. Im Telegramm **mt133** ist dieser Zeiger nicht enthalten. Es wird deshalb der in **f7** auch gespeicherte Werte des vorherigen Fahrauftrags durch **t8** abgefragt und genauso verfahren. Über **f8** werden alle Fahraufträge zu den verarbeitenden Funktionen gesendet.

4.10 Normal Running Level 2/3



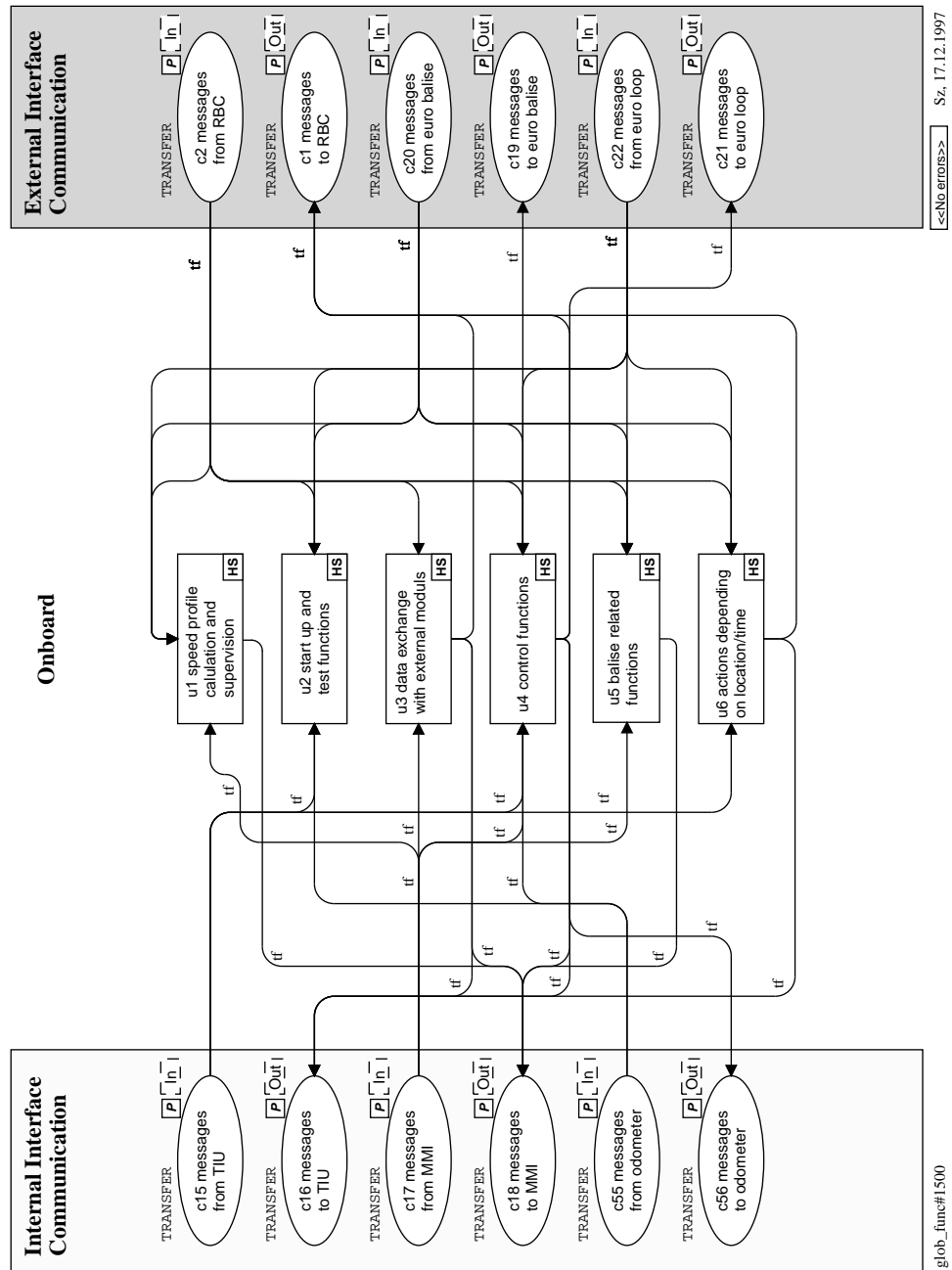
□ 5 Global Functions

Inhalt/Aufgabe:

Die globalen Funktionen, die unabhängig vom jeweils aktiven Szenario gestartet werden können, sind in diesem Netz zusammengefaßt und nochmals gruppiert worden.

Diese Gruppierungen dienen der Übersichtlichkeit des Modells, sind jedoch nicht notwendig für die Funktion. Es wurde versucht, die Funktionen entsprechend ihrer Aufgabenstellung, ihres Zusammenwirkens und ihrer gemeinsam verwendeten Daten zusammenzufassen.

5 Global Functions

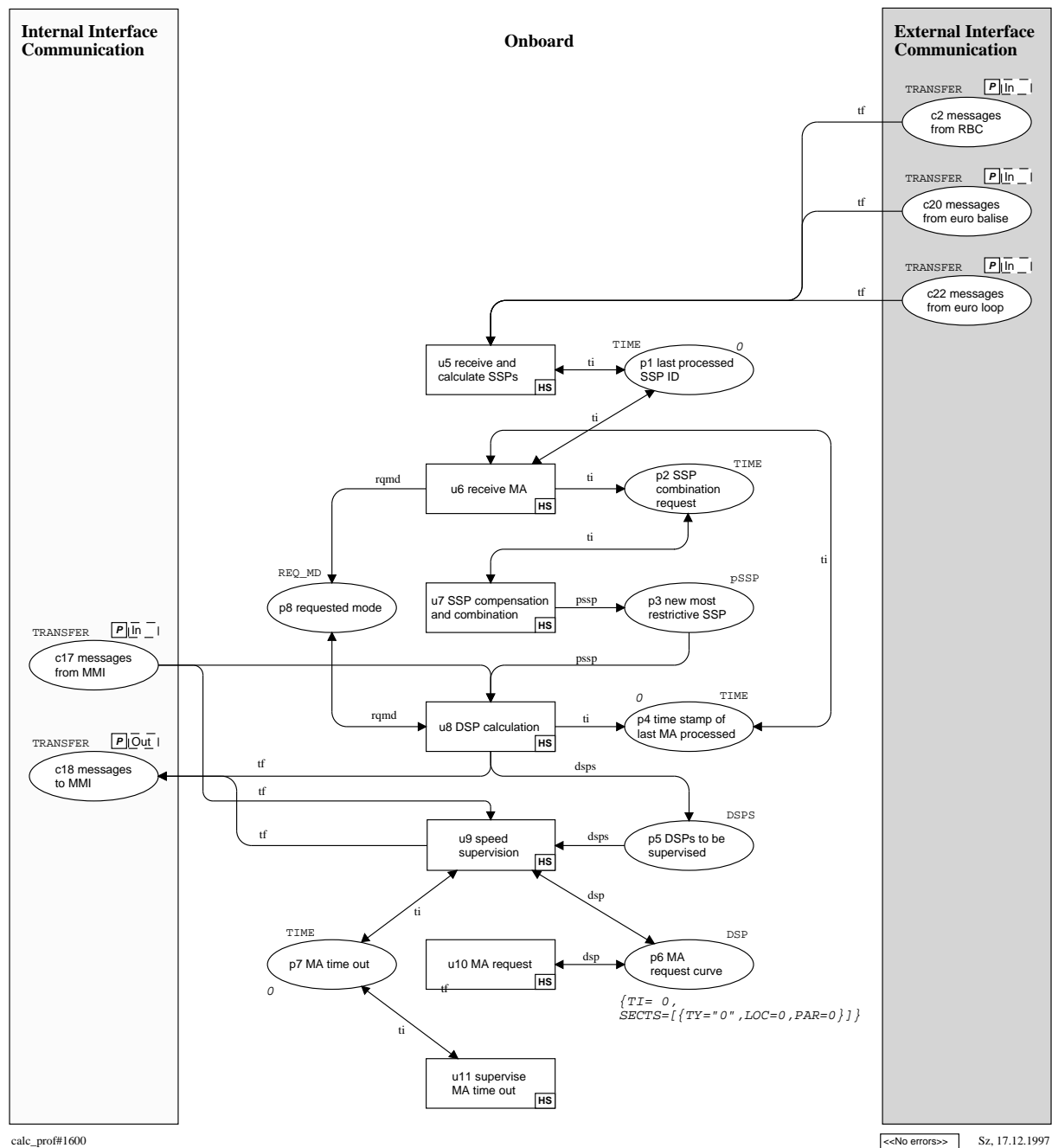


□ 5.1 Speed Calculation and Supervision

Inhalt/Aufgabe:

Hier sind die Funktionen zur Geschwindigkeitsüberwachung zusammengefaßt. Deutlich sichtbar ist die Verkettung der Funktionen, die sequentiell durchlaufen werden. Eine Anregung der Kette kann nur in **u6** und **u7** geschehen.

5.1 Speed Calculation and Supervision



□ 5.1.1 Receive and Calculate SSPs

Inhalt/Aufgabe:

Dieses Netz umfaßt alle Funktionen zum Empfang, Vorverarbeitung und Speicherung der statischen Geschwindigkeitsprofile (SSP).

Aktivierung:

Die Aktivierung des Netzes ist jederzeit durch ein eingehendes Telegramm mit statischen Geschwindigkeitsprofilen möglich.

Beschreibung:

Durch die Plätze **mt133a**, **m27**, **m51** und **m54** sind die 4 verschiedenen Möglichkeiten einer Übertragung von SSPs dargestellt.

Ein **m27** wird in der Funktion **t1** entsprechend der Zugklasse, die im Speicher der Zugcharakteristika **f4** gespeichert sind, ausgewählt.

Ein **m51** wird in **t3** entsprechend der bekannten maximalen Achslast des Zuges angepaßt.

Ein **m54** wird in **t2** entsprechend der Zugklasse selektiert.

Der Platz **mt133a** stellt die von der Telegrammvorverarbeitung aus einem RBC-Telegramm Nr. 133 „optimized movement authority“ gefilterten SSPs dar.

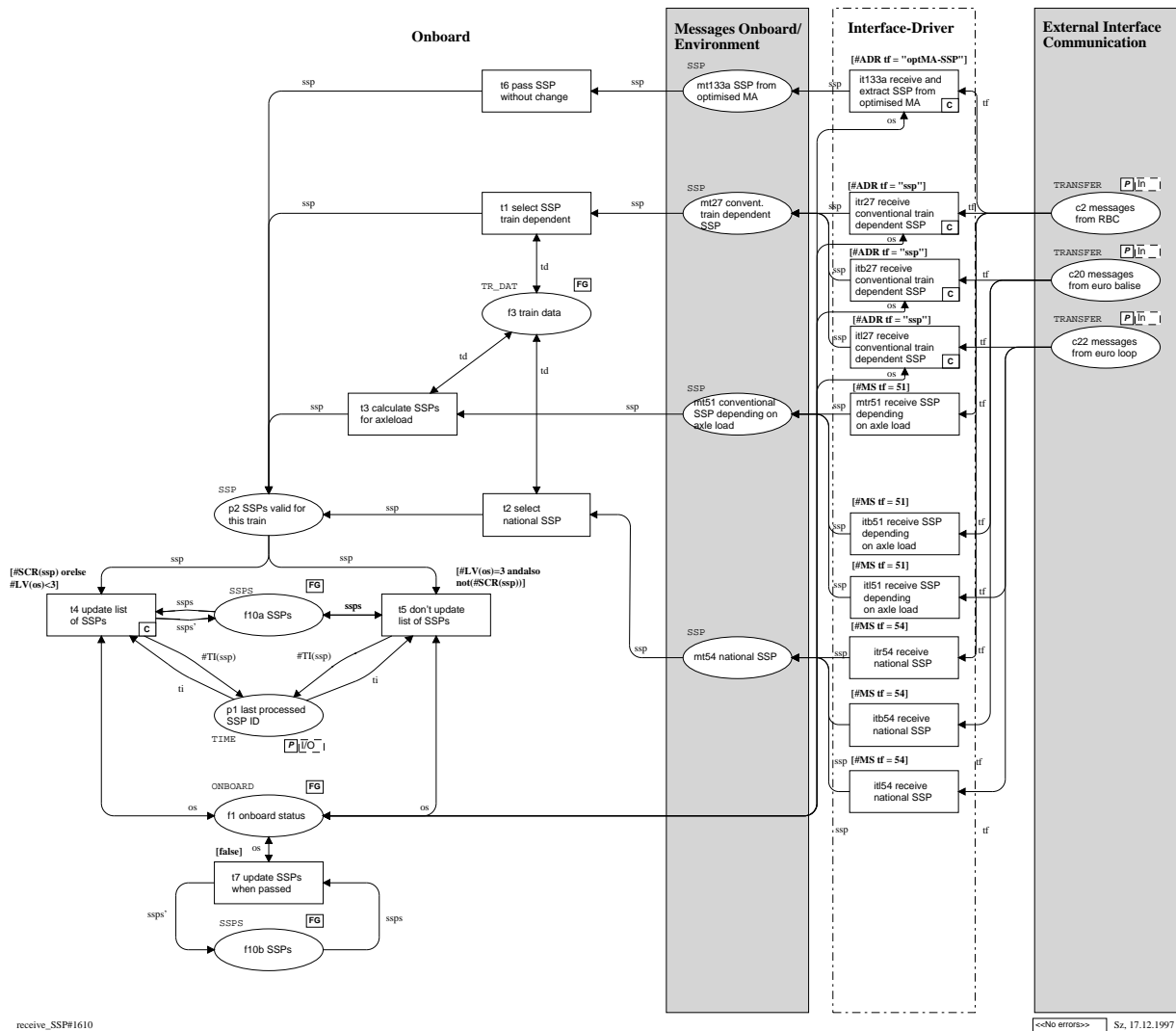
Die für den Zug gültigen statischen Geschwindigkeitsprofile liegen dann auf dem Platz **p2** vor. Jedes SSP ist markiert entsprechend des Übertragungskanal, über den es gesendet wurde. Dadurch kann die geforderte Priorisierung von RBC-Daten vor Daten von Balisen oder Loops kontrolliert werden. Für den Fall, das ein Balisen- oder Loop-SSP nicht berücksichtigt werden darf, da schon entsprechende RBC-Daten vorlagen, schaltet die Transition **t5**.

Muß das SSP gespeichert werden, so schaltet **t4**. Damit wird das SSP an die Liste auf dem Speicher **f10a** angehängt.

Der Platz **p1** vermerkt immer den Zeitstempel der zuletzt verarbeiteten SSP-Daten und dient der Synchronisation mit der Verarbeitung der Fahraufträge (5.1.6).

Die Transition **t7** übernimmt das fortlaufende Management des Speichers **f10b**, um sicherzustellen, daß dieser keine nicht mehr benötigten Daten enthält.

5.1.1 Receive and Calculate SSPs



□ 5.1.2 Receive MA

Inhalt/Aufgabe:

Dieses Netz dient zur Koordinierung der Fahraufträge vor ihrer Verarbeitung.

Aktivierung:

Das Netz ist levelunabhängig schaltbereit und wird durch eine Marke auf **f8a** angeregt.

Beschreibung:

Folgende Funktionalitäten müssen ausgeführt werden:

- Vereinigen der Datenflüsse von Fahraufträgen vom RBC und Balisen
- Koordinierung der Fahrauftragsverarbeitung nach der Methode first come - first serve
- Stoppen der Verarbeitung bei aktivem Notfallszenario
- Koordinieren der Starts der Fahrauftragsverarbeitung mit der Verarbeitung von Streckendaten und SSPs
- Koordinieren der Fahraufträge bei erneutem Start nach Abschluß eines Notfallszenarios

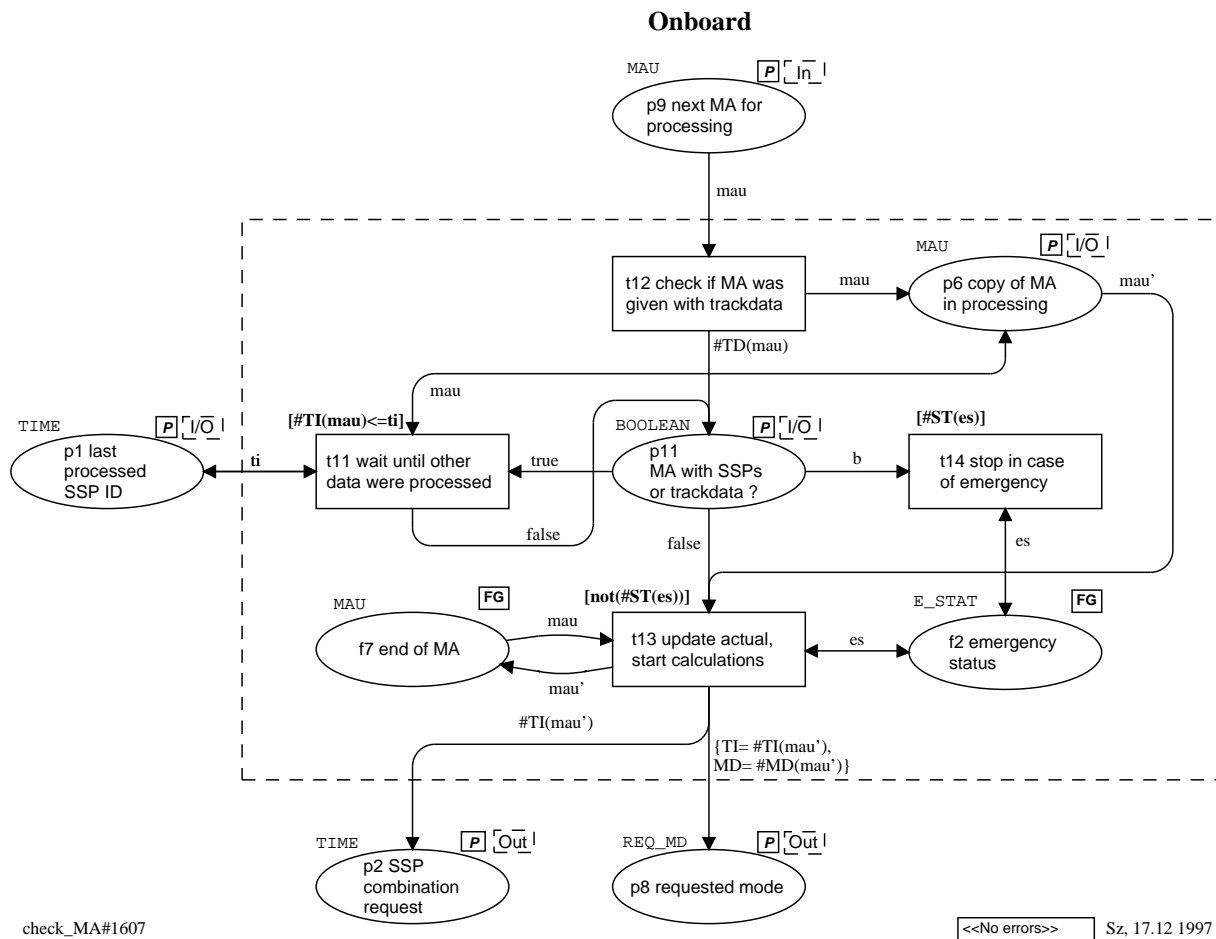
Die Fahraufträge werden von den Szenarios mittels **f8** an das Netz gesendet. Vier mögliche Telegramme können dabei empfangen werden: ein Fahrauftrag vom RBC durch **t3**, einer von einer Balise durch **t6**, ein Befehl zur Wiederaufnahme der normalen Verarbeitung nach einem Notfallszenario durch **t1** und ein Befehl zum Löschen aller eventuell vorhandener Fahrbefehle durch **t5**.

Mit **p5** und **u1** wird das Verhalten nach Beendigung eines Notfallszenarios gesteuert. Zentral ist **p3** als lokaler Speicher von Fahraufträgen angeordnet. Er ist notwendig, um die eingehenden Fahraufträge entsprechend der möglichen Verarbeitung zu separieren. Die auf ihm vorliegende Liste wird immer vom ersten Element beginnend abgearbeitet.

T3 und **t6** hängen den neu empfangenen immer an das Ende der Liste an. **T4** stellt die Unterbrechung die Aktivierung eines Notfallszenarios fest und fügt einen gerade in der Verarbeitung steckenden Fahrbefehl als Kopf der Liste an. Durch **t5** wird die gesamte Liste gelöscht.

Ist **p4** belegt und bei nicht leerer Liste auf **p3** kann **t2** schalten. Der Fahrauftrag auf **p9** wird daraufhin in **u2** mittels **p1** mit der Verarbeitung der Streckendaten synchronisiert und seine Verarbeitung dann durch Marken auf **p2** und **p8** gestartet.

5.1.2.2 Check MA



□ 5.1.2.1 Manage MA for Emergency Revocation

Inhalt/Aufgabe:

Die Verarbeitung eines Fahrauftrags von einem Notfallszenario nach dessen Beendigung wird koordiniert.

Aktivierung:

Das Netz ist levelunabhängig schaltbereit und wird durch eine Marke auf **p7** oder eine Veränderung von **p5** angeregt.

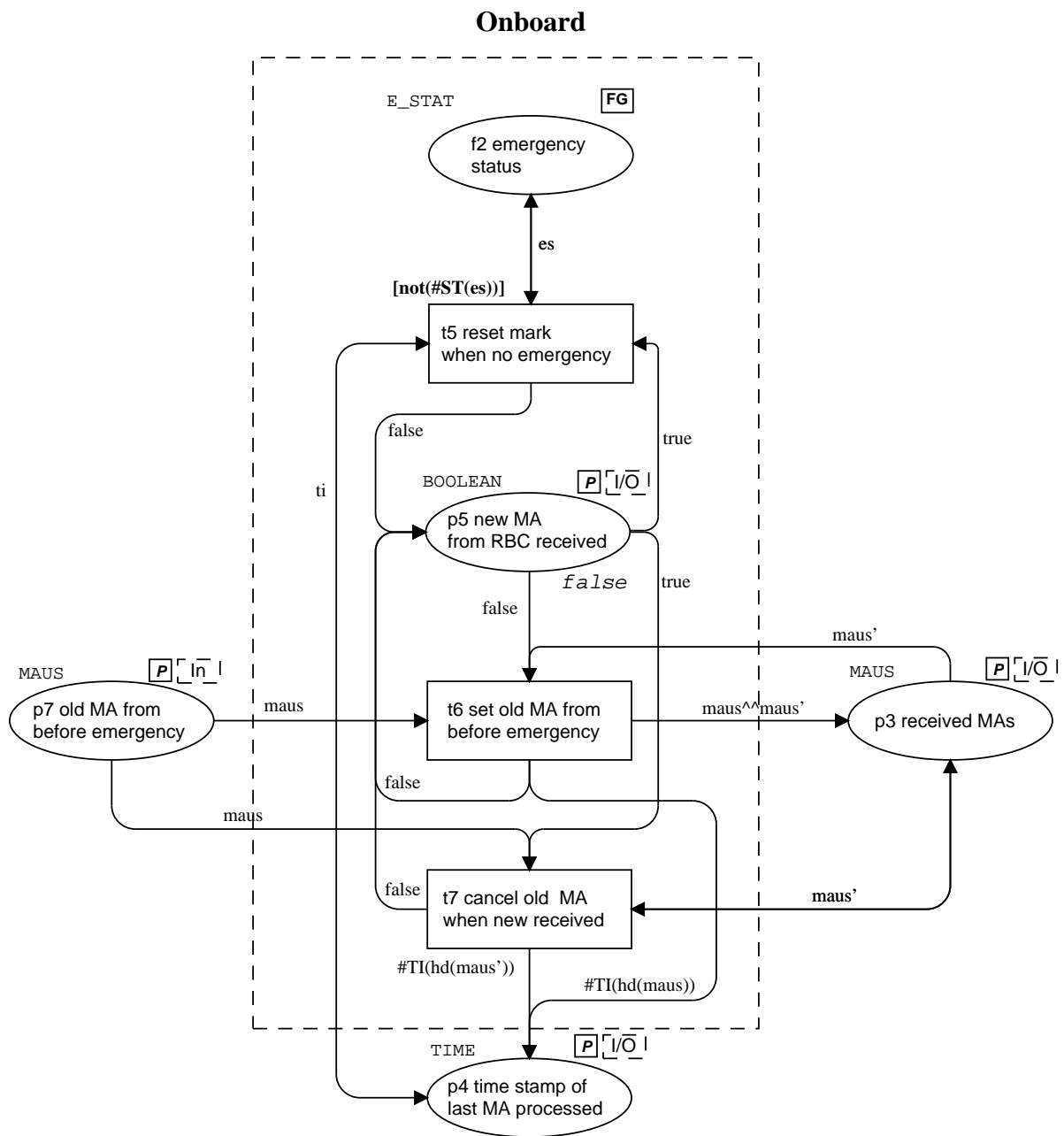
Beschreibung:

Nach Beendigung eines Notfallszenarios muß der vorher gültige Fahrauftrag wieder aktiviert werden, wenn zwischenzeitlich kein neuer vom RBC gesendet wurde. Ist dies jedoch der Fall muß der alte gelöscht werden.

Der Zeiger auf **p5** zeigt mit *true* an, wenn ein euer Fahrauftrag vom RBC gesendet wurde. Bei inaktivem Notfallszenarios wird er sofort wieder von **t5** auf *false* zurückgesetzt.

Geht nach Beendigung eines Notfallszenarios der vorher gültige Fahrauftrag in **p7** ein, so schalten **t6** oder **t7** je nach Status von **p5**. **T6** setzt den alten Fahrauftrag an den Kopf der Liste auf **p3**, **t7** löscht ihn ohne **p3** zu verändern. Beide geben jedoch die Verarbeitung normaler Fahraufträge mit einer Marke auf **p4** wieder frei.

5.1.2.1 Manage MA for Emergency Revocation



em_revoc#1606

<<No errors>> Sz, 17.12.1997

□ 5.1.2.2 Check MA

Inhalt/Aufgabe:

Fahraufträge werden vor dem Start ihrer Verarbeitung mit der Verarbeitung der Streckendaten synchronisiert.

Aktivierung:

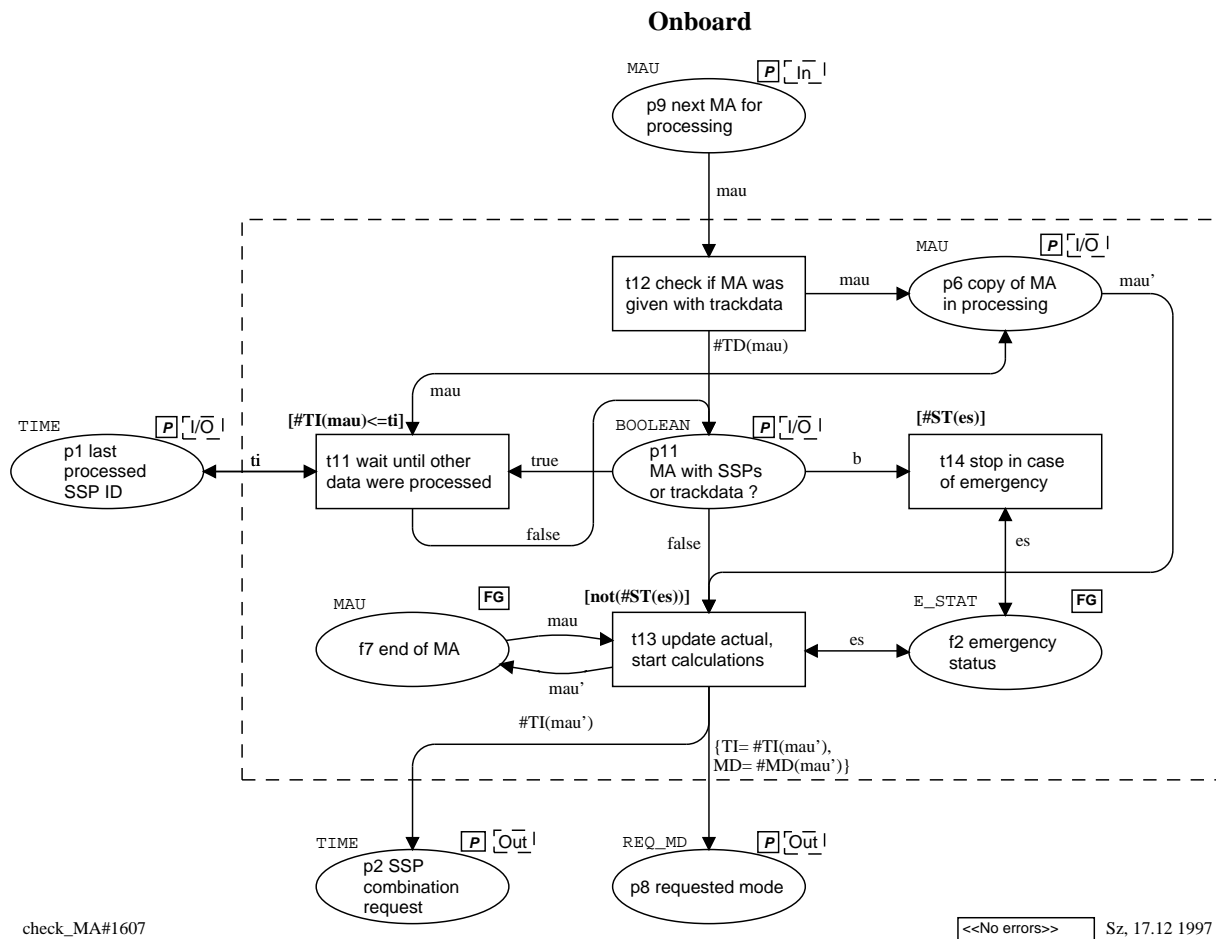
Das Netz ist jederzeit schaltbereit und wird durch eine Marke auf **p9** aktiviert.

Beschreibung:

Aus dem in **p9** eingehenden Fahrauftrag wird durch **t12** der Zeiger nach **p11** extrahiert, der anzeigt, ob im von der Strecke gesendeten Telegramm des Fahrauftrags auch Streckenbeschreibungen enthalten waren. War dies der Fall (*true* auf **p11**), so wartet **t11** bis **p1** das Ende der Verarbeitung der Streckendaten anzeigt (*false* auf **p11**). Damit kann dann **t13** schalten, welche den Fahrauftrag von **p6** auf **f7** speichert.

Durch **t14** wird eine eventuell auf **p11** vorliegende Marke bei Start eine Notfallszenarios gelöscht.

5.1.2.2 Check MA



□ 5.1.3 SSP Combination and Compensation

Inhalt/Aufgabe:

Die Berechnung des restriktivsten statischen Geschwindigkeitsprofils für den gegebenen Fahrauftrag und die Anpassung an die Odometer- und Zugcharakteristika ist dargestellt.

Aktivierung:

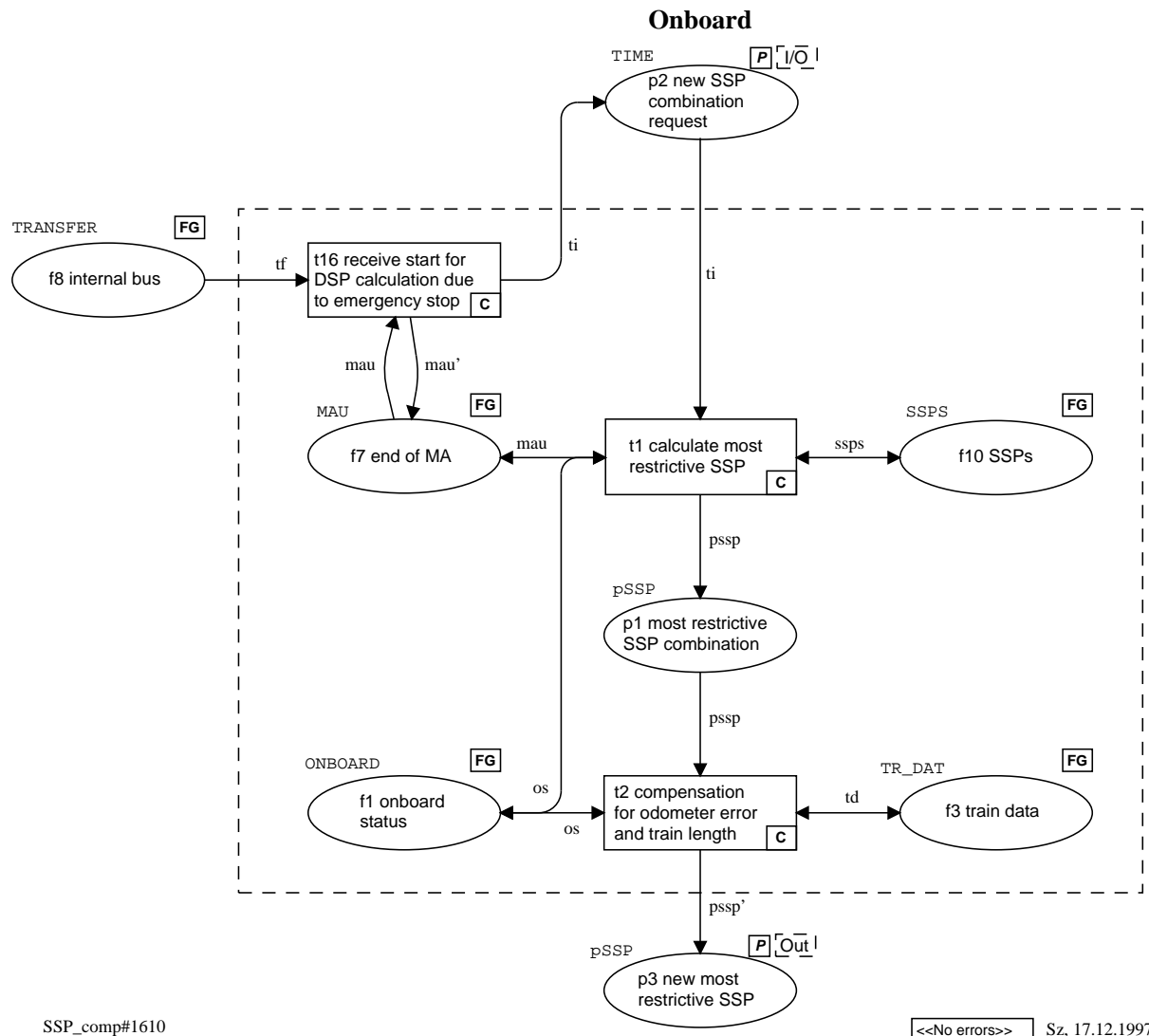
Levelunabhängig durch eine Marke auf p2.

Beschreibung:

Eine Marke auf **p2** startet die Funktion **t1**, die das Infimum der auf **f10** gespeicherten und entsprechend dem Fahrauftrag **f7** überlagerten Geschwindigkeitsprofile berechnet und auf **p1** speichert. Damit kann nun die Funktion **t2** die Korrektur des restriktivsten SSP entsprechend der Odometerungenauigkeit und Zuglänge vornehmen, deren Ergebnis dann auf **p3** vorliegt.

Mit einer Marke von **t16** gibt es die Möglichkeit für die Notfallszenarien, eine DSP-Berechnung zu starten, ohne einen neuen Fahrauftrag in die normale Bearbeitungskette einschleusen zu müssen.

5.1.3 SSP combination and compensation



□ 5.1.4 DSP Calculation

Inhalt/Aufgabe:

Auf dieser Seite ist die Berechnung der dynamischen Geschwindigkeitskurven (DSP) dargestellt.

Aktivierung:

Eine Marke auf **p3** startet levelunabhängig die Netzlogik.

Beschreibung:

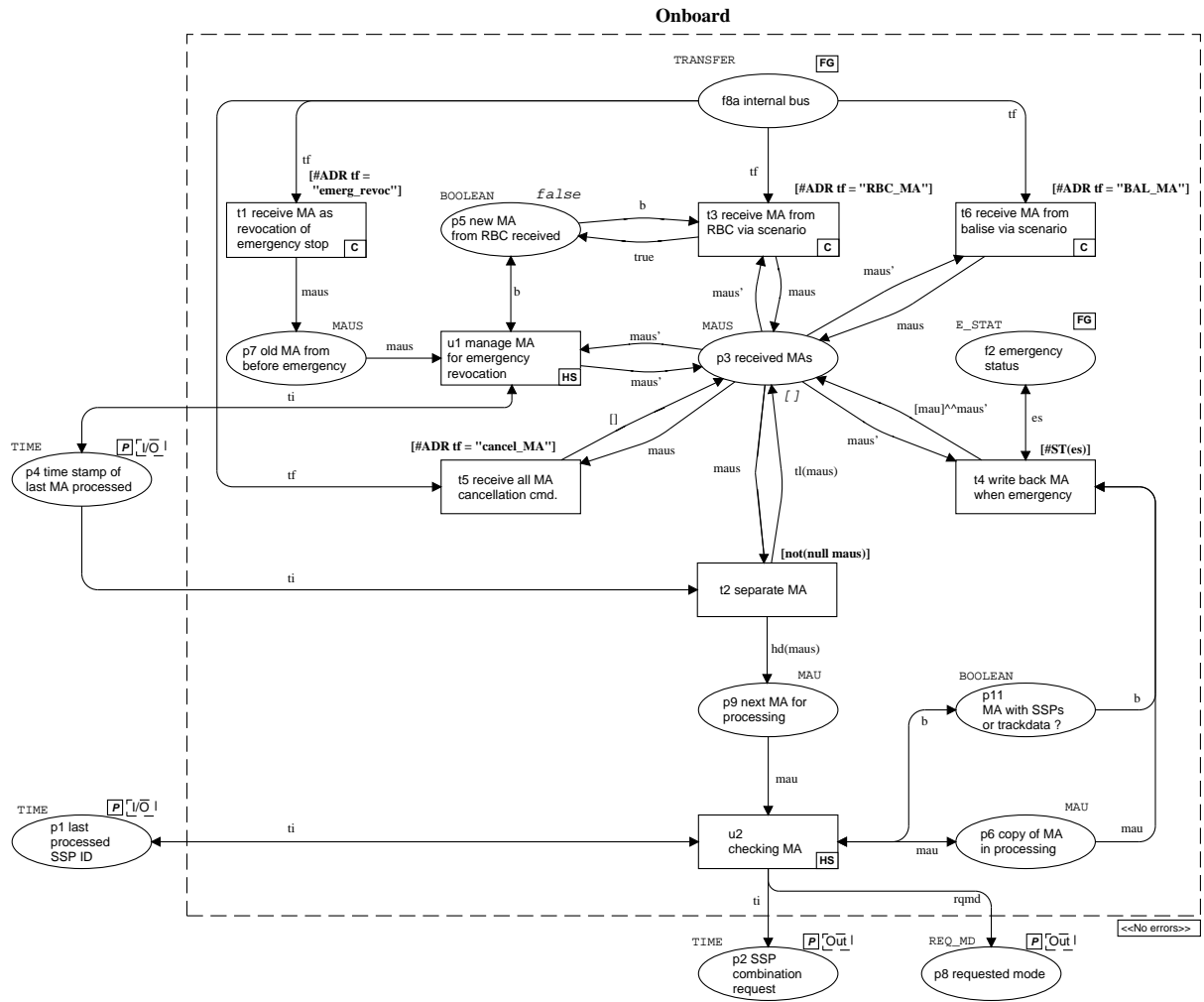
Durch die Marke auf **p3** und abhängig von **f2** schalten dann **t1** oder **t3**: im Falle eines aktiven Fehlerszenarios löscht **t3** die Marke von **p3**, andernfalls schaltet **t1** und stellt damit durch eine gleichzeitige Kopie der Inhalte von **p3**, **f1**, **f4**, **f7**, **f9** und **f11** nach **p1**, **p2**, **p6**, **p7**, **p9** und **p10** die unveränderliche Basis der anschließenden Berechnung der DSPs in **t2** her. Dieses Kopieren der Inhalte ist durch die Benutzung von Design/CPN an sich nicht notwendig, in einem realen, zeitbehafteten System ist es jedoch dringend geboten, um der Berechnungsfunktion unveränderliche Eingangswerte zur Verfügung stellen zu können. Der Berechnungsalgorithmus aus **t2** ist in der zugehörigen coderegion enthalten.

Ergebnis der Berechnung ist je eine Marke auf **p11** und **p12**, **p11** enthält die eigentlichen Geschwindigkeitprofile, **p12** den Fehlerstatus der Berechnung. **U1** und **u2** enthalten Unternetze, die eventuell notwendige Umschaltungen der Betriebsmodi und die Auswertung des Fehlerstatus enthalten.

Erfolgte die DSP-Berechnung für einen normalen Fahrbefehl so erfolgt die Verarbeitung in **u1**, bei einer Berechnung aufgrund eines aktiven Notfallszenarios in **u2**.

Die DSPs werden in **p5** dann zur Überwachung übergeben. Eine Marke auf **p4** zeigt den Abschluß der Funktionskette der Fahrauftragsverarbeitung an und ermöglicht die Verarbeitung des nächsten Fahrauftrags.

5.1.2 Receive MA



□ 5.1.4.1 Manage DSPs of Normal MA

Inhalt/Aufgabe:

Die Auswertung der Statusmeldung der Berechnungsfunktion dynamischer Geschwindigkeitskurven und die Umschaltung des Betriebsmodus nach einem normalen Fahrauftrag wird dargestellt.

Aktivierung:

Levelunabhängig wird das Netz durch das Vorliegen von je einer Marke eines normalen Fahrauftrags auf **p8**, **p11** und **p12** angeregt.

Beschreibung:

Nach erfolgter DSP-Berechnung nach einem normalen Fahrauftrag stehen Marken auf **p8**, **p11** und **p12** an. Ihre Identifikatoren (Zeitstempel) sind gleich. Diese werden von **t1** und **t2** angefragt um sicherzustellen, daß nur zusammengehörige Marken gemeinsam verarbeitet werden.

T1 schaltet, wenn in **p12** ein Berechnungsfehler und kein Notfallszenario von **f2a** angezeigt wird. Mit **ma128** wird der Fahrer über den Berechnungsfehler informiert und seine Bestätigung angefordert. Diese kann er über **ma1** geben. Sollte vor seiner Bestätigung ein Notfallszenario ausgelöst werden, so erkennt dies **t3** und zieht die Marke auf **p6** ab, wodurch eine nun unzulässige Freigabe von DSPs eines normalen Fahrauftrags verhindert wird. In einem solchen Fall löscht auch **t8** eine eventuell doch gegebene Bestätigung des Fahrers.

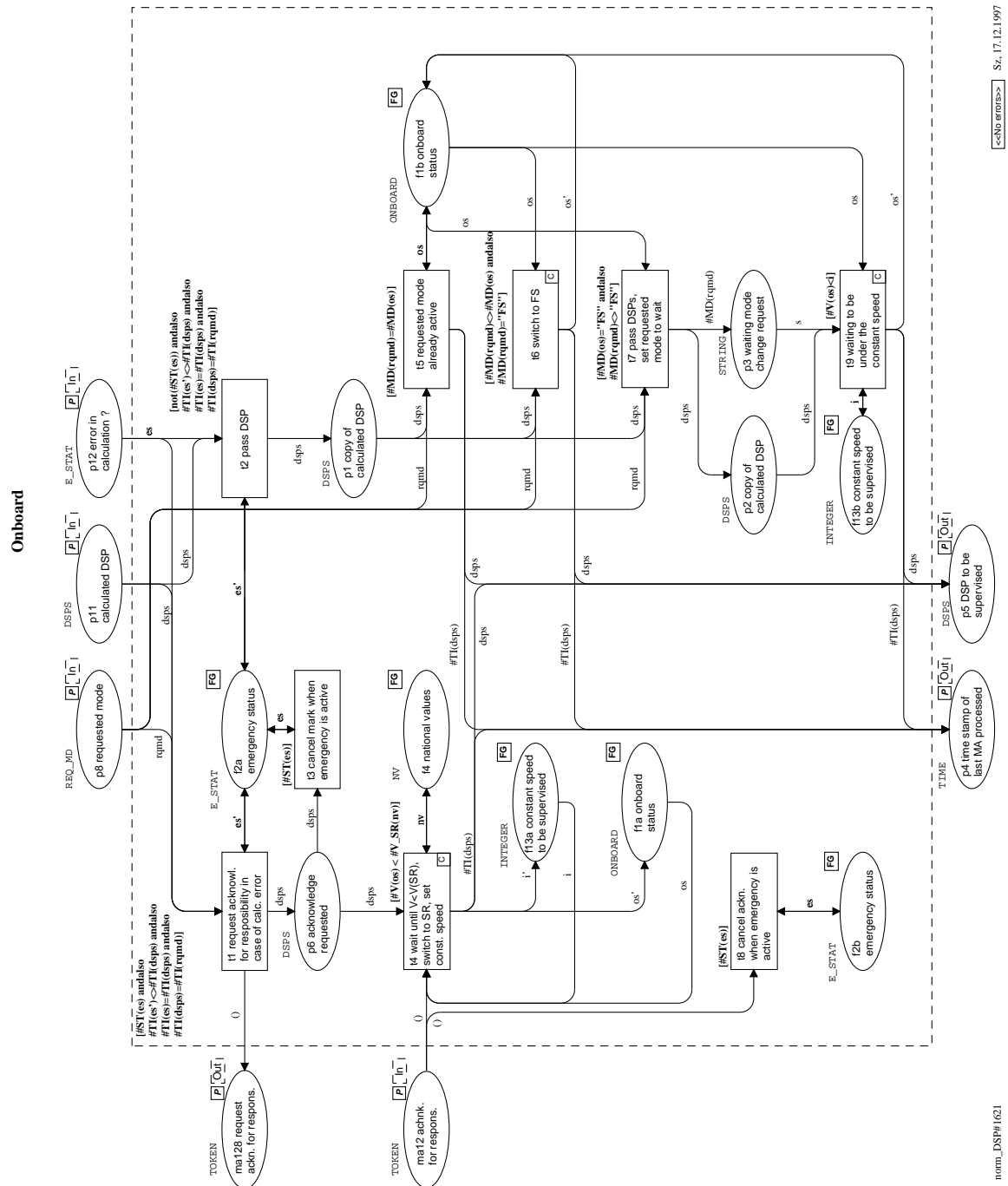
Gibt der Fahrer seine Bestätigung, so können die errechneten DSPs auf **p4** zur Überwachung übergeben werden. Dazu schaltet **t4** in **f1a** in den Modus „Staff Responsible (SR)“, wartet aber vorher noch, bis die national für diesen Modus zulässige Geschwindigkeit unterschritten wird. Diese Geschwindigkeit wird auch auf **f13a** zur weiteren Überwachung gespeichert.

Zeigt **p12** an, daß die DSP-Berechnung Fehlerfrei verlief, so kann bei nicht aktivem Notfallszenario **t2** schalten. Danach liegen die DSPs auf **p1** vor. Daran schließen sich nun **t5**, **t6** und **t7** an. **T5** schaltet, wenn der neue im Fahrauftrag geforderte Modus schon aktiv ist, und gibt die DSPs auf **p5** weiter.

Forderte der Fahrauftrag den Modus „Full Supervision (FS)“ und ist noch ein anderer Fahrauftrag aktiv, so kann unmittelbar auf **f1b** in „FS“ geschaltet werden, da ja das System mehr Verantwortung übernimmt.

Befindet sich das System im Modus „Full Supervision (FS)“ und wird ein anderer Modus gefordert, so schaltet **t7**. **t9** wartet nun, bis der auf **f13b** gespeicherte und im jeweiligen Modus zu überwachende Geschwindigkeitswert unterschritten wird.

5.1.4.1 Manage DSPs of Normal MA



□ 5.1.4.2 Manage DSPs of Emergency MA

Inhalt/Aufgabe:

Die Auswertung der Statusmeldung der Berechnungsfunktion dynamischer Geschwindigkeitskurven und die Umschaltung des Betriebsmodus nach einem Fahrauftrag eines Notfallszenarios wird dargestellt.

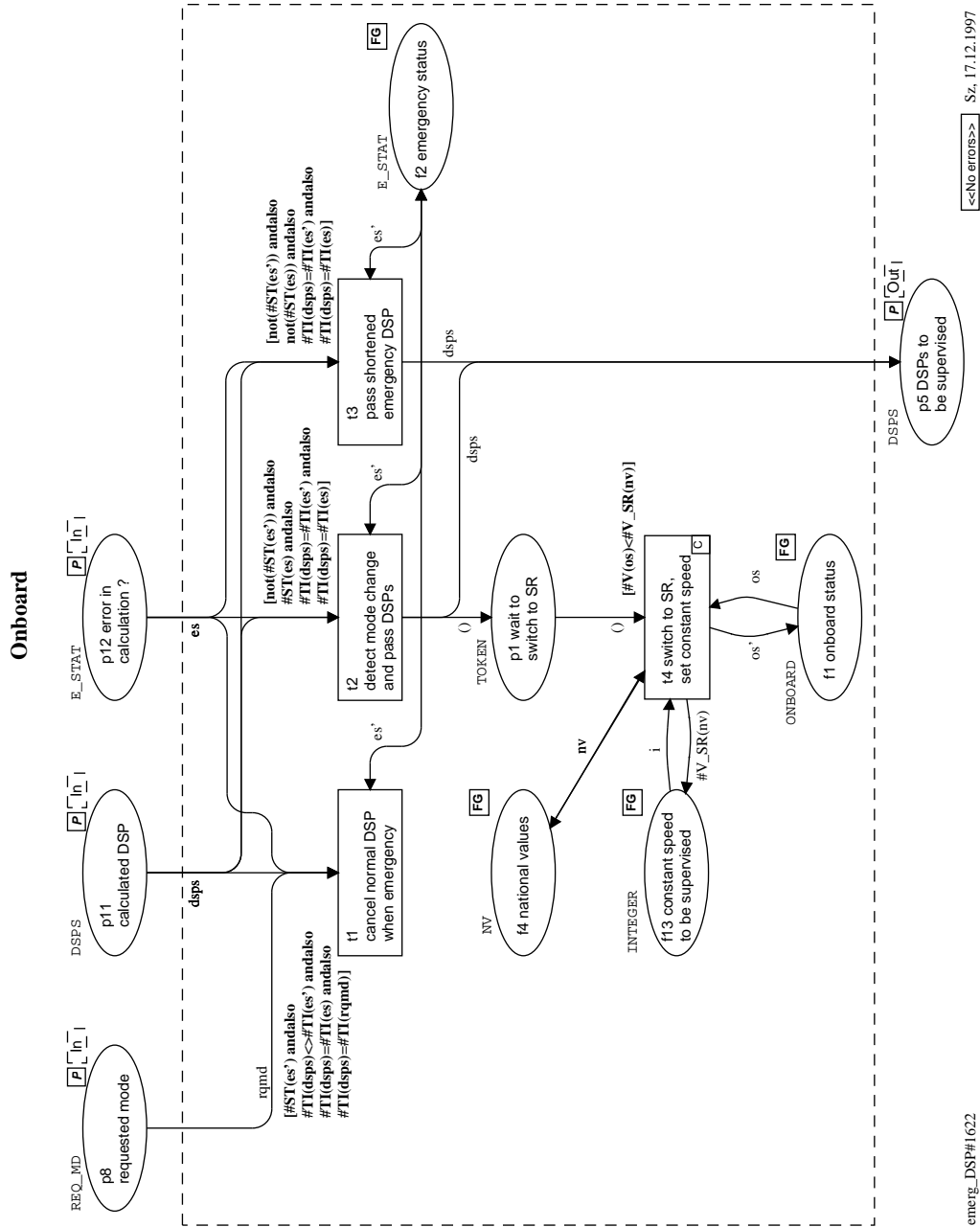
Aktivierung:

Levelunabhängig wird das Netz durch das Vorliegen von je einer Marke eines Fahrauftrags eines Notfallszenarios auf **p8**, **p11** und **p12** angeregt.

Beschreibung:

Ist ein Notfallszenario aktiv, so löscht **t1** die zu einem normalen Fahrauftrag gehörenden, eventuell auf **p8**, **p11** und **p12** vorhandenen Marken. **T3** übergibt die DSPs im Fall einer fehlerfreien Berechnung an **p5**. Trat in der DSP-Berechnung ein Fehler auf, so schaltet auch **t2** sofort ohne Verzögerung, die notwendige Umschaltung des Betriebsmodus nach „Staff Responsible (SR)“ übernimmt **t4**. Diese Transition wartet bis die Geschwindigkeit für diesen Modus, die auf **f4** gespeichert vorliegt, unterschritten ist, und schaltet dann den Modus auf **f1** um und speichert den zu überwachenden Wert der Geschwindigkeit auf **f13** ab.

5.1.4.2 Manage DSPs of Emergency MA



□ 5.1.5 Speed Supervision

Inhalt/Aufgabe:

Alle Funktionen zur Geschwindigkeitsüberwachung des Fahrzeugs sind dargestellt.

Aktivierung:

Das Netz ist immer aktiviert. Durch eine Marke auf p5 wird das Aktualisieren der netzinternen Speicher ausgelöst.

Beschreibung:

Die berechneten dynamischen Geschwindigkeitsprofile liegen auf **p5** vor und werden von entsprechend ihrer Bestimmung nach **p1**, **p2**, **p3** und **p6** verteilt.

Die beiden Funktionen **u4** und **u5** führen parallel zu der Überwachung der dynamischen Geschwindigkeitsprofile die Überwachung gegebenen konstanter Geschwindigkeitsberechnungen aus.

Auf dem Platz **p7** wird der Zeitpunkt abgepeichert, an dem der betreffende Fahrauftrag seine Gültigkeit verliert. Der Wert ergibt sich aus der Gültigkeitsdauer, die in **f7** als Variable T_LOA gespeichert ist, und dem Zeitpunkt, zu dem der Fahrauftrag erteilt wurde, was dem Zeitstempel des Fahrauftrags und damit dem Zeitstempel der DSPs entspricht.

□ 5.1.5.1 Supervise Warning Curve

Inhalt/Aufgabe:

Die Überwachung der Warnkurve und die Erzeugung der Warnungen an den Fahrer werden dargestellt.

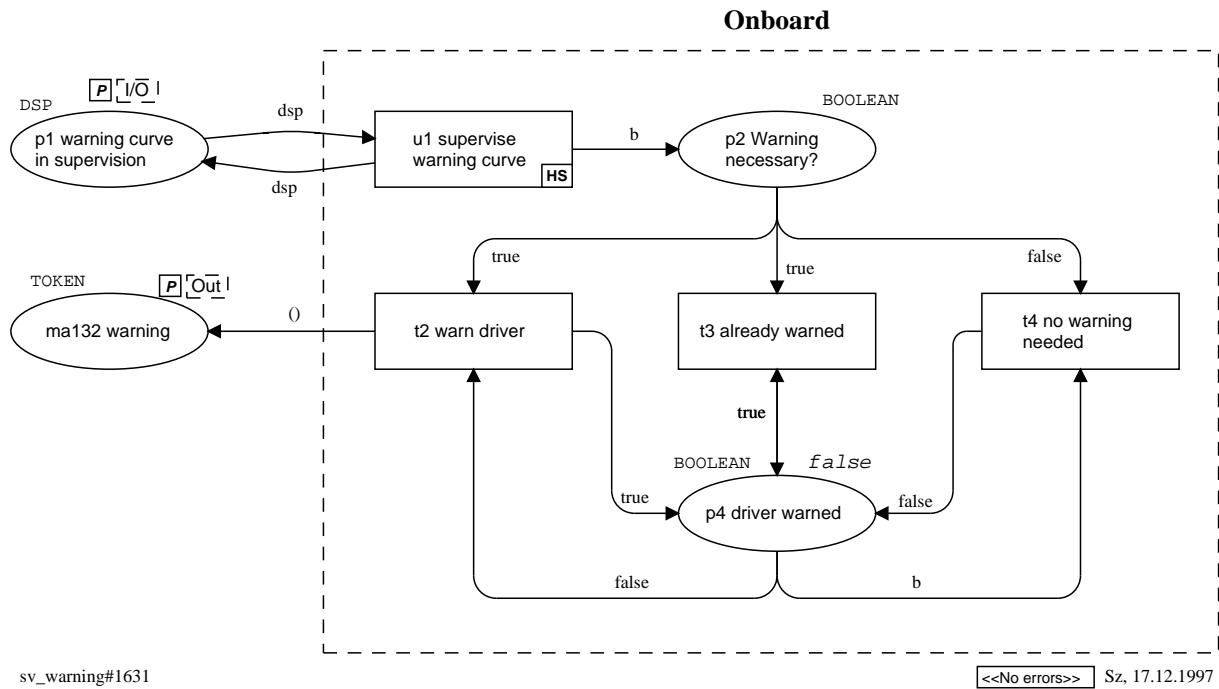
Aktivierung:

Das Netz ist immer aktiviert.

Beschreibung:

Die in **p1** vorliegende Kurve zum Warnen des Fahrers wird in u1 überwacht. Ist dessen Ergebnis auf **p1** positiv, d.h. eine Warnung ist notwendig und es war noch keine Warnung aktiviert worden, was durch den Inhalt *false* auf **p4** angezeigt wird, so schaltet **t2**. Ist er jedoch schon gewarnt worden (*true* auf **p4**), so wird die Marke von **p2** durch **t3** gelöscht. Ist keine Warnung mehr notwendig, so wird durch t4 der Inhalt von **p4** auf *false* zurückgesetzt.

5.1.5.1 Supervise Warning Curve



□ 5.1.5.1.1 Warning Curve Algorithm

Inhalt/Aufgabe:

Der Algorithmus zur Überwachung der auf **p1** vorliegenden dynamischen Geschwindigkeitskurve wird dargestellt.

Aktivierung:

Das Netz ist immer aktiviert.

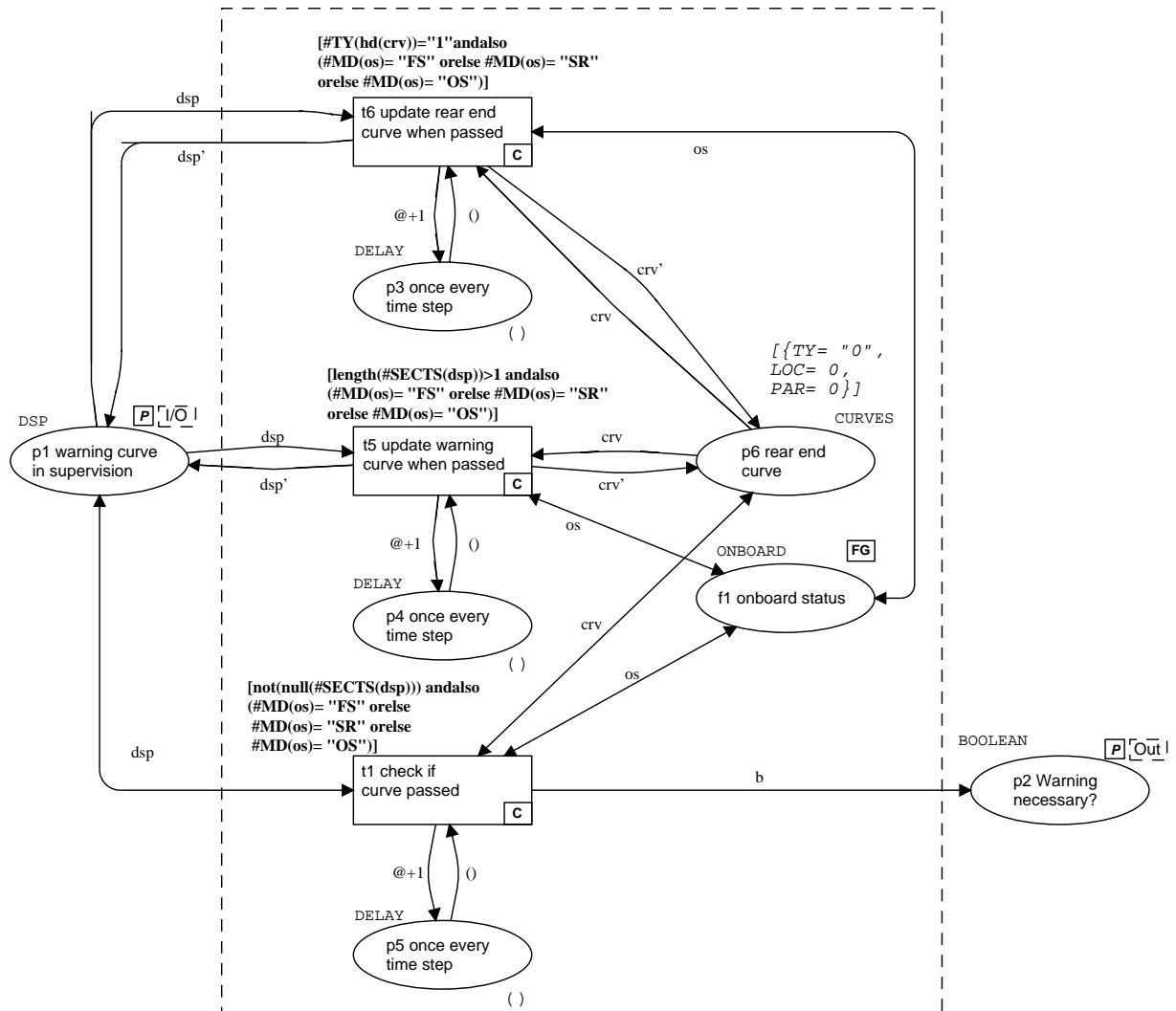
Beschreibung:

Die Transitionen **t1**, **t5** und **t6** erfüllen die Funktionalität der Überwachung gemeinsam für das vordere und hintere Zugende, wobei **t1** die eigentliche Überwachung darstellt und **t5** und **t6** dem Löschen der schon passierten Kurvenabschnitte von **p1** dienen.

Mit **p3**, **p4** und **p5** wird sichergestellt, daß die Transitionen nur einmal pro Zeitschritt der Simulation schalten können. Das Ergebnis der Überwachung liegt als logischer Wert auf **p2** vor.

5.1.5.1.1 Warning Curve Algorithm

Onboard



wcrv_sv#1632

<<No errors>> Sz, 17.12.1997

□ 5.1.5.2 Supervise Service Brake Intervention Curve

Inhalt/Aufgabe:

Die Überwachung der Betriebsbremseingriffskurve und die Erzeugung der Bremsbefehle werden dargestellt.

Aktivierung:

Das Netz ist immer aktiviert.

Beschreibung:

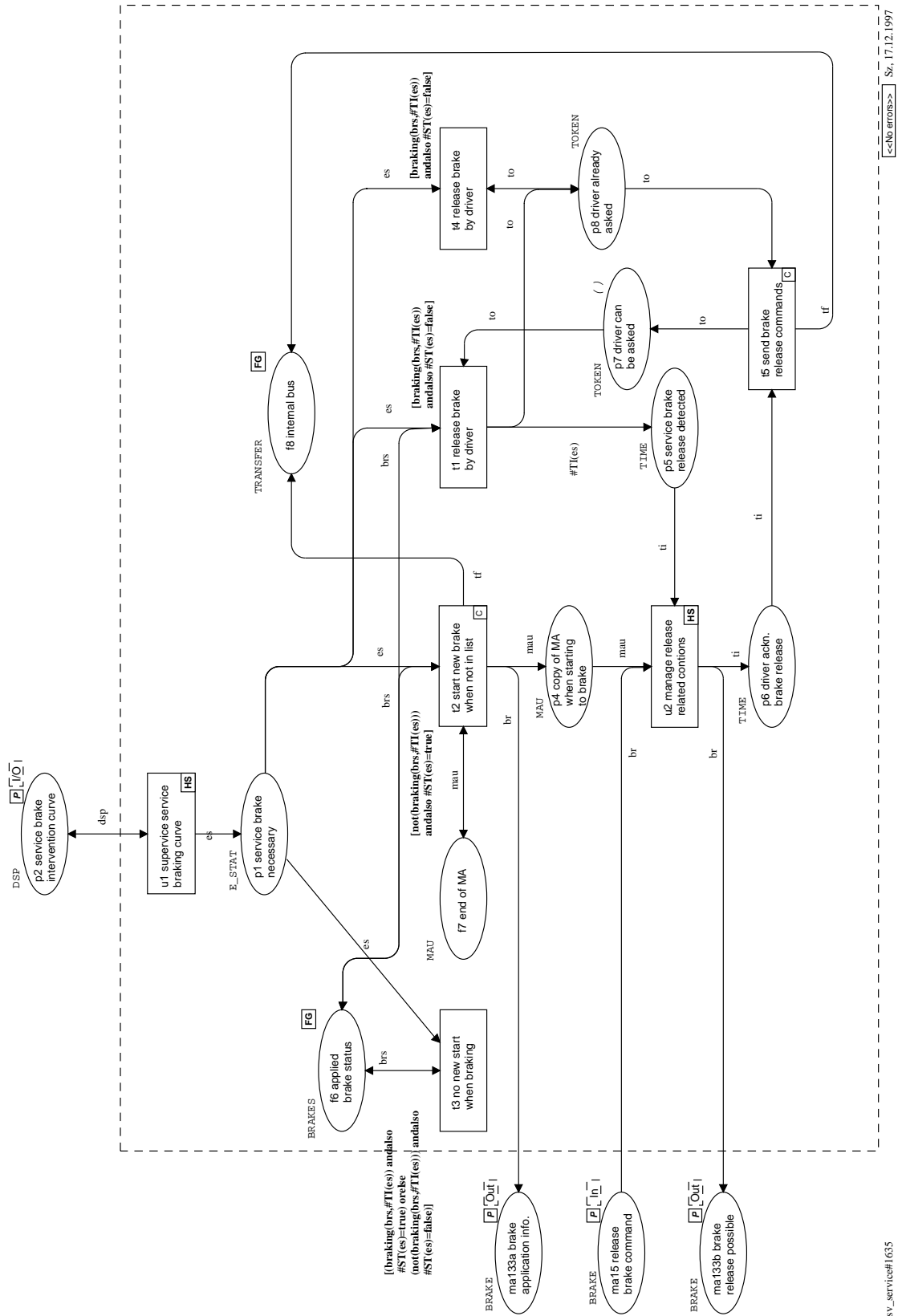
Das dynamische Geschwindigkeitsprofil liegt auf **p2** vor und wird von **u1** überwacht dessen Resultat auf **p1** erscheint.

Wurde festgestellt, daß eine Bremsung notwendig ist aber es ist bereits aufgrund des selben Geschwindigkeitsprofils ein Bremsbefehl aktiviert, so schaltet **t3** und löscht die somit unnötige Marke von **p1**. War dies noch nicht der Fall, wird durch **t2** der Bremsbefehl über **f8** übergeben und der Fahrer mit **ma128a** informiert.

Wurde auf das Lösen eines Bremsbefehls entschieden, so schaltet **t1** und das Netz **u2** wird aktiviert. Wird vor dessen Abschluß und Schalten von **t5** ein weiterer Befehl zum Lösen der Bremse entschieden, so wird dieser von **t4** gelöscht.

5.1.5.2 Supervise Service Brake Intervention Curve

Onboard



sv_service#1635

<-No errors> Sz. 17.12.1997

□ 5.1.5.2.1 Service Brake Intervention Curve Algorithm

Inhalt/Aufgabe:

Der Algorithmus zur Überwachung der auf **p2** vorliegenden dynamischen Geschwindigkeitskurve wird dargestellt.

Aktivierung:

Das Netz ist immer aktiviert.

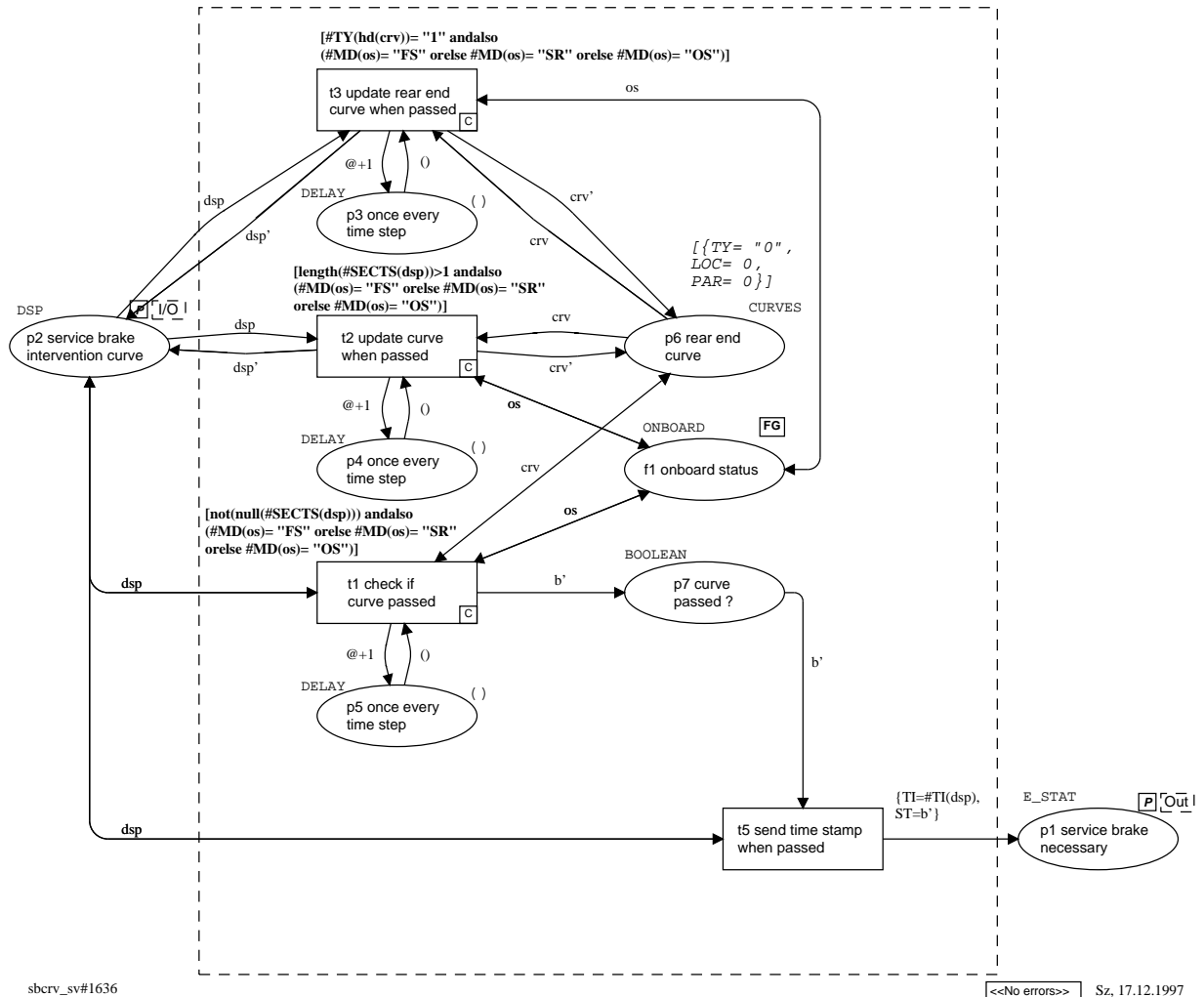
Beschreibung:

Die Transitionen **t1**, **t2** und **t3** erfüllen die Funktionalität der Überwachung gemeinsam für das vordere und hintere Zugende, wobei **t1** die eigentliche Überwachung beinhaltet und **t2** bzw. **t3** dem Löschen der schon passierten Kurvenabschnitte von **p2** dienen.

Mit **p3**, **p4** und **p5** wird sichergestellt, daß die Transitionen nur einmal pro Zeitschritt der Simulation schalten können. Das Ergebnis der Überwachung liegt als logischer Wert auf **p7** vor. Durch **t5** wird noch der Timestamp der überwachten Kurven zur Identifikation des Resultats auf **p1** ergänzt.

5.1.5.2.1 Service Brake Intervention Curve Algorithm

Onboard



□ 5.1.5.2.2 Manage Service Brake Release Related Conditions

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz stellt die Kontrolle der Bremslösebefehle für eine Betriebsbremsung nach Geschwindigkeits-überwachung dar.

Aktivierung:

Das Netz wird durch eine Marke auf **p5** aktiviert.

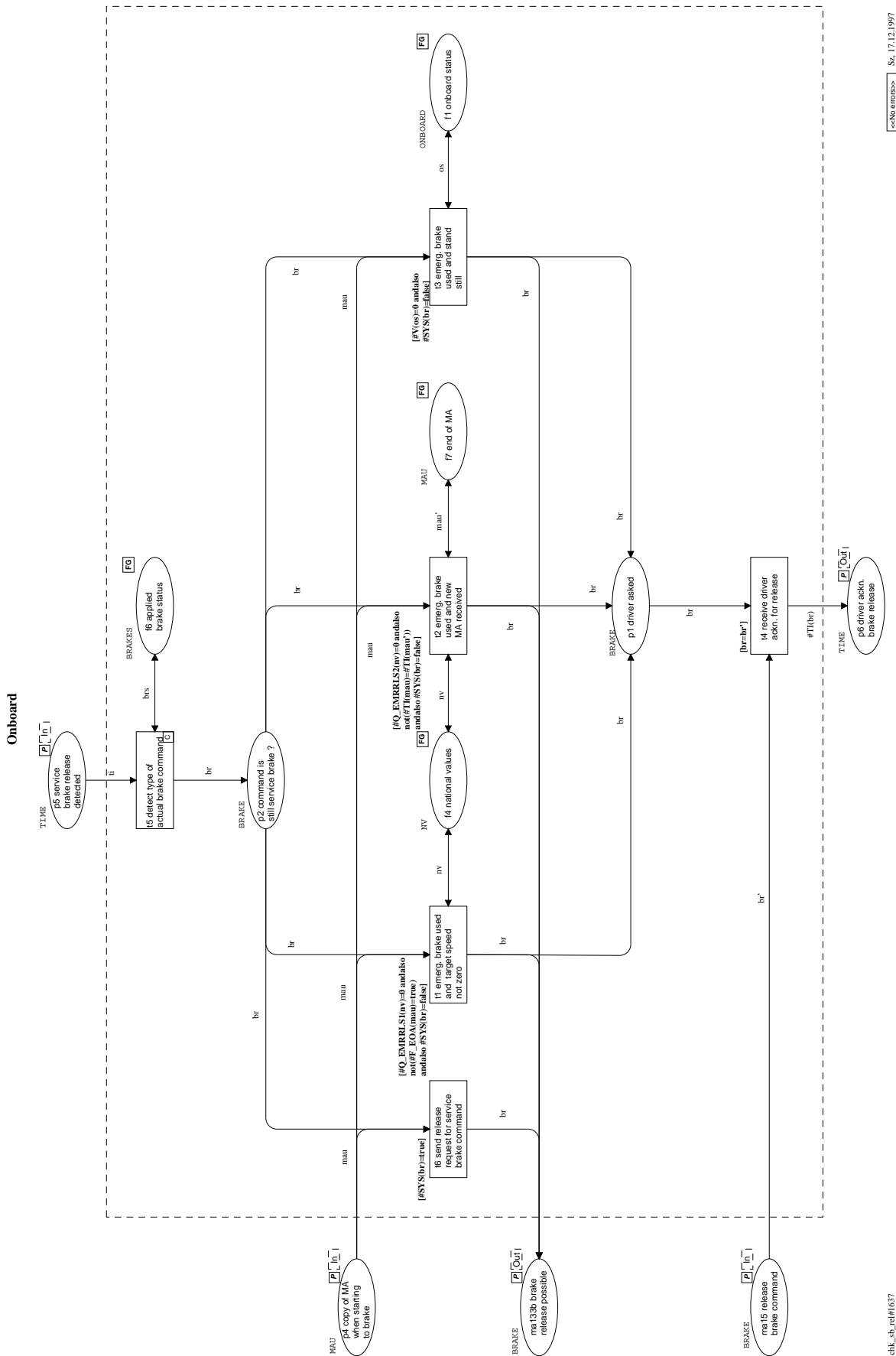
Beschreibung:

Wurde durch die Überwachung der zugehörigen Bremskurve festgestellt, daß die Betriebsbremse (Service Brake) wieder aufgehoben werden kann, so wird eine Marke auf **p5** dies anzeigen. Anhand des enthaltenen Timestamp kann nun **t5** den zugehörigen Bremsbefehl von **f6** lesen und auf **p2** kopieren.

Ist der Bremsbefehl nicht durch einen Bremssystemfehler in einen Notbremsbefehl gewandelt worden, so schaltet **t6** und fordert den Fahrer zum Bestätigen der Bremsbefehlsaufhebung auf. Wurde jedoch der ursprüngliche Befehl in einen Notbremsbefehl umgewandelt, so müssen die nationalen Regel für solche Fälle von **f4** und die Geschwindigkeit des Zuges von **f1** berücksichtigt werden. Ist die nationale Variable **Q_EMRRLS1=0** gesetzt und die Zielgeschwindigkeit des Fahrauftrags nicht null, so kann **t1** schalten. In **Q_EMRRLS2=0** und wurde zwischenzeitlich schon ein neuer Fahrauftrag empfangen, so schaltet **t2**. War keine der vorgenannten Transitionen schaltfähig, so schaltet **t3** sobald das Fahrzeug zum Stehen gekommen ist.

Mit **ma20** gibt der Fahrer seine Bestätigung zum Aufheben des Bremsbefehls, was dann mit einer Marke auf **p6** angeregt wird.

5.1.5.2.2 Manage Service Brake Release Related Conditions



□ 5.1.5.3 Supervise Emergency Brake Intervention Curve

Inhalt/Aufgabe:

Die Überwachung der Notbremseingriffskurve und die Erzeugung der Bremsbefehle werden dargestellt.

Aktivierung:

Das Netz ist immer aktiviert.

Beschreibung:

Das dynamische Geschwindigkeitsprofil liegt auf **p3** vor und wird von **u1** überwacht dessen Resultat auf **p1** erscheint.

Wurde festgestellt, daß eine Bremsung notwendig ist aber es ist bereits aufgrund des selben Geschwindigkeitsprofils ein Bremsbefehl aktiviert, so schaltet **t3** und löscht die somit unnötige Marke von **p1**. War dies noch nicht der Fall, wird durch **t2** der Bremsbefehl über **f8** übergeben und der Fahrer mit **ma128a** informiert.

Wurde auf das Lösen eines Bremsbefehls entschieden, so schaltet **t1** und das Netz **u2** wird aktiviert. Wird vor dessen Abschluß und Schalten von **t5** ein weiterer Befehl zum Lösen der Bremse entschieden, so wird dieser von **t4** gelöscht.

□ 5.1.5.3.1 Emergency Brake Intervention Curve Algorithm

Inhalt/Aufgabe:

Der Algorithmus zu Überwachung der auf **p3** vorliegenden dynamischen Geschwindigkeitskurve wird dargestellt.

Aktivierung:

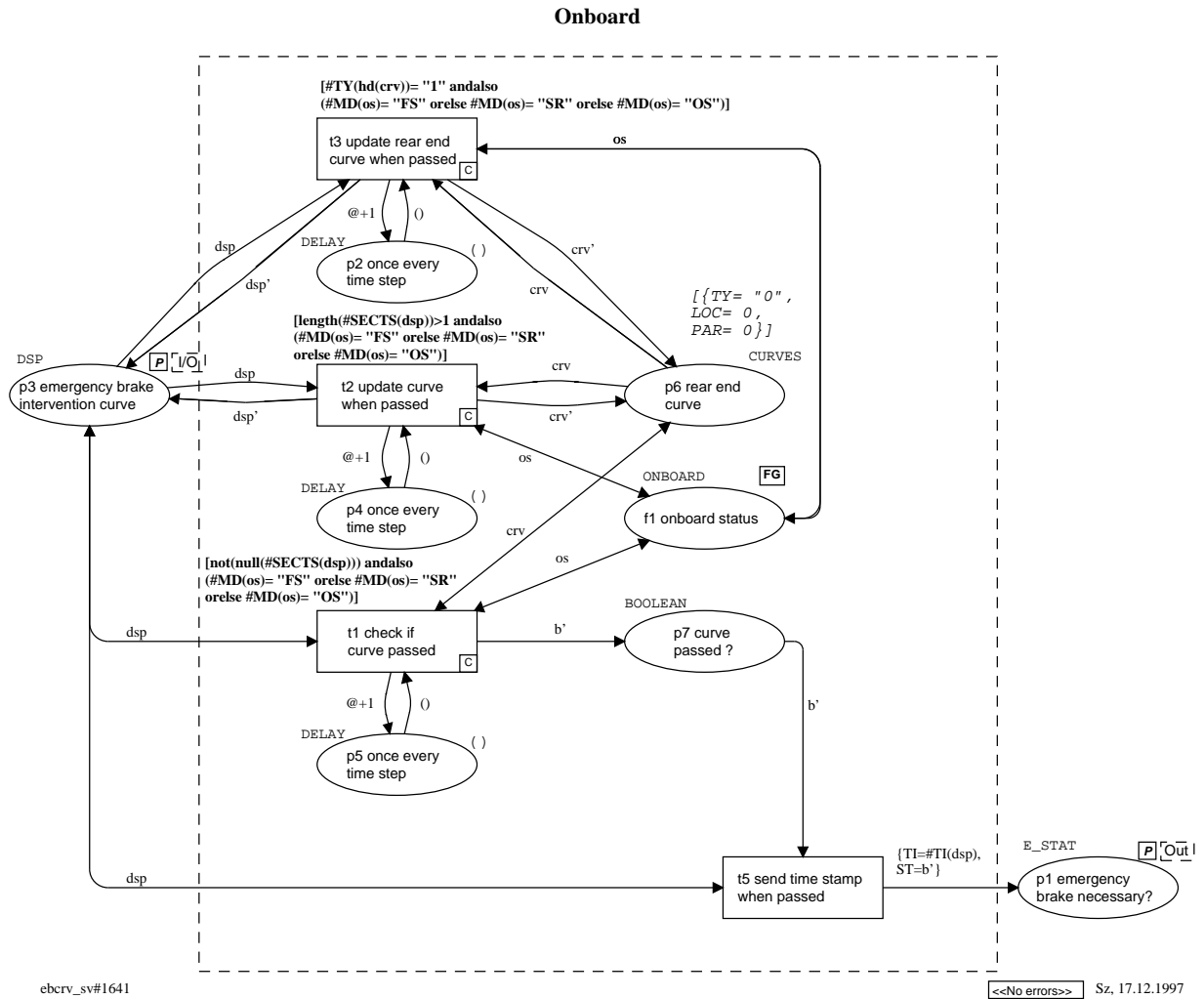
Das Netz ist immer aktiviert.

Beschreibung:

Die Transitionen **t1**, **t2** und **t3** erfüllen die Funktionalität der Überwachung gemeinsam für das vordere und hintere Zugende, wobei **t1** die eigentliche Überwachung beinhaltet und **t2** und **t3** dem Löschen der schon passierten Kurvenabschnitte von **p3** dienen.

Mit **p2**, **p4** und **p5** wird sichergestellt, daß die Transitionen nur einmal pro Zeitschritt der Simulation schalten können. Das Ergebnis der Überwachung liegt als logischer Wert auf **p7** vor. Durch **t5** wird noch der Timestamp des überwachten Kurven zur Identifikation des Resultats auf **p1** ergänzt.

5.1.5.3.1 Emergency Brake Intervention Curve Algorithm



□ 5.1.5.3.2 Manage Emergency Brake Release Related Conditions

Inhalt/Aufgabe:

Die Kontrolle der Bremslösebefehle für eine Notbremseingriff nach Geschwindigkeitsüberwachung wird dargestellt.

Aktivierung:

Das Netz wird durch eine Marke auf **p5** aktiviert.

Beschreibung

Wurde durch die Überwachung der zugehörigen Bremskurve festgestellt, daß die Notbremse (Emergency Brake) wieder aufgehoben werden kann, so wird eine Marke auf **p5** dies anzeigen. Anhand des enthaltenen Timestamp kann nun **t5** den zugehörigen Bremsbefehl von **f6** lesen und auf **p3** kopieren.

Nun müssen die nationalen Regel für solche Fälle von **f4** und die Geschwindigkeit des Zuges von **f1** berücksichtigt werden. Ist die nationale Variable Q_EMRRS1=0 gesetzt und die Zielgeschwindigkeit des Fahrauftrags nicht null, so kann **t1** schalten. In Q_EMRRS2=0 und wurde zwischenzeitlich schon ein neuer Fahrauftrag empfangen, so schaltet **t2**. War keine der vorgenannten Transitionen schaltfähig, so schaltet **t3** sobald das Fahrzeug zum Stehen gekommen ist.

Mit **ma20** gibt der Fahrer seine Bestätigung zum Aufheben des Bremsbefehls, was dann mit einer Marke auf **p6** angeregt wird.

Onboard



□ 5.1.6 MA Request Parameter and Curve

Inhalt/Aufgabe:

Das Modell dieser Seite zeigt das Zusammenwirken der Funktionen zum Anfordern eines neuen Fahrauftrags vom RBC.

Aktivierung:

Das Netz ist ständig aktiviert.

Beschreibung:

Es gibt 4 verschiedene Möglichkeiten, eine Anfrage zu starten:

- Erreichen der Fahrauftragsanforderungskurve (einer dynamischen Geschwindigkeitskurve wie die Bremskurven)
- Erreichen der Gültigkeitsdauer des aktiven Fahrauftrags
- Überfahren einer im aktiven Fahrauftrags festgelegten Balisengruppe
- Auffinden einer festgelegten Anzahl von Balisen seit Aktivierung des aktuellen Fahrauftrags

Das Anfordern des Fahrauftrags erfolgt zyklisch, der Zyklus kann vom RBC festgelegt werden und wird auf **f16** gespeichert.

Die Funktion 1 wird im Unternetz von **u1** ausgeführt. Als Eingangsinformation dafür dient die Fahrauftragsanforderungskurve **p6**. Auf **p4** wird vermerkt, wenn die Kurve überschritten wurde. Als Ausgabewert wird auf **p1** eine Marke gelegt, deren Variablenwert dem Anforderungszyklus entspricht. Von **t3** wird dieser Wert gelesen, um anhand von **f1** und **p2** in den festgelegten zeitlichen Abständen eine Marke auf **mt4** zu legen.

Der Empfang eines neuen Fahrauftrags vom RBC wird immer über **f8a** mitgeteilt. Wurde er aufgrund einer Anforderung mittels **mt4** erteilt, so ist dies auf **p4** (Markenwert = *true*) vermerkt. Dadurch kann **t5** schalten und zieht die Marke von **p1** ab, womit das zyklischen Anfordern gestoppt wird. War der Fahrauftrag nicht angefordert worden, so schaltet **t6**.

Die Erfüllung der Funktion 2 übernimmt das Netz 5.1.11. Die Anforderung des Fahrauftrags erfolgt jedoch nicht direkt sondern mittels einer Nachricht über **f8b**. Ist der Zyklus zum Anfordern schon gestartet worden, so schaltet **t13** ohne weitere Funktion. Andernfalls setzt **t14** eine Marke mit dem erforderlichen Sendezyklus von **f16** auf **p1**.

Bestandteil der Parameterliste auf **f16** können auch eine Anzahl von Balisenidentitäten sein, bei deren Erreichen ein neuer Fahrauftrag angefordert werden soll. Dies wird durch **t7** überwacht, die bei jedem Überfahren einer Balise deren Identität über **f8b**, **t15** und **p3** mitgeteilt wird.

Der Platz **p7** stellt einen Zähler dar, der die Anzahl seit dem Empfang des letzten RBC-Fahrauftrags gefundenen Balisen zählt. Durch **t7**, **t8** und **t9** wird der Zähler erhöht. Überschreitet der Wert die in **f16** festgelegte Anzahl, so wird durch **t9** ein Fahrauftrag angefordert. Durch **t12** kann der Zähler zurückgesetzt werden. Das Zurücksetzen wird durch eine Marke auf **p5** ausgelöst. **t16** setzt eine Marke auf **p5** wenn das Fahrzeug sich in einem Level ohne RBC-Unterstützung oder nicht mehr im Betriebsmodus „Full Supervision (FS)“ befindet. Auch wird bei jedem Schalten von **t5** und **t6** eine Marke auf **p5** gesetzt.

□ 5.1.6.1 Supervise MA Request Curve

Inhalt/Aufgabe:

Hier ist die Überwachung der Fahrauftragsanforderungskurve dargestellt.

Aktivierung:

Das Netz ist ständig aktiviert.

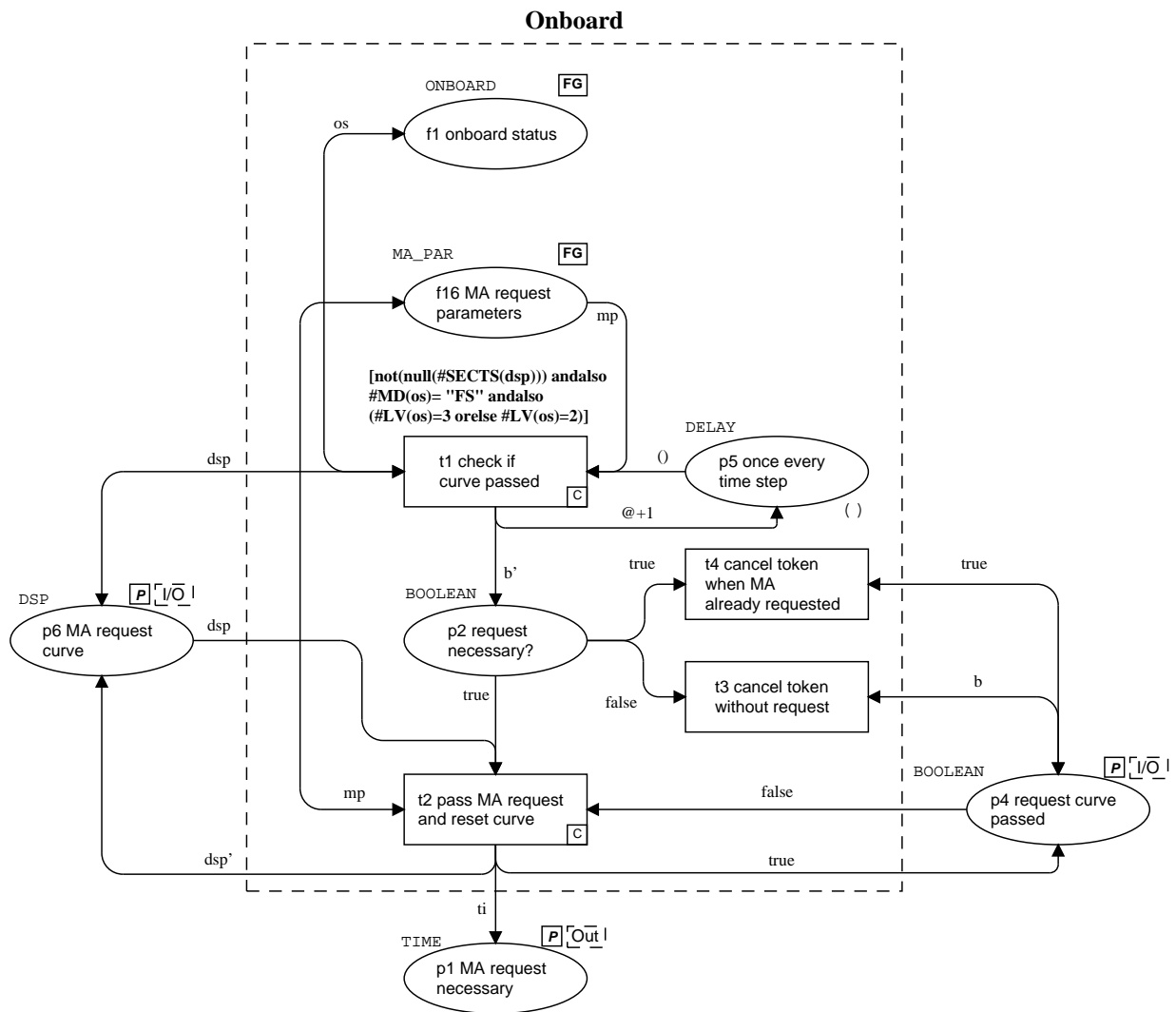
Beschreibung:

Die Kurve liegt auf **p6** vor und wird von **t1** anhand der Werte von **f1** und Parameter von **f16** überwacht. **P5** stellt sicher, daß eine Abfrage pro Zeitschritt nur einmal stattfindet. Die Marke auf **p2** stellt das Abfrageresultat dar, *true* wenn die Kurve überschritten wurde, ansonsten *false*.

Wird die Kurve überschritten und Wurde noch kein neuer Fahrauftrag angefordert, d.h. auf **p4** liegt eine Marke mit dem Wert *false* vor, so wird durch das Schalten von **t2** eine Marke auf **p1** gesetzt, die als Auslöser für eine Fahrauftragsanforderung wirkt. Dies wird durch ein *true* auf **p4** vermerkt. Ist keine neue Anforderung notwendig (*true* auf **p4**), so wird die Marke von **p2** durch **t4** gelöscht.

Eine Marke *false* auf **p2** wird in jedem Fall durch **t3** gelöscht.

5.1.6.1 Supervise MA Request Curve



ma_req_crv#1651

<<No errors>> Sz, 17.12.1997

□ 5.1.7 Supervise MA Time Out

Inhalt/Aufgabe:

Die Funktionen zur Überwachung der Gültigkeitsdauer eines Fahrauftrags werden dargestellt.

Aktivierung:

Das Netz ist immer bei Vorliegen einer Marke auf **p7** aktiviert.

Beschreibung:

Das Modell auf dieser Seite erfüllt bei der Überwachung der Gültigkeitsdauer eines Fahrauftrags 2 Funktionen:

- Anfordern eines neuen Fahrauftrags noch vor Ablauf des alten Fahrauftrags
- Umschalten auf Fahrerverantwortung (Betriebsmodus „Staff Responsible“) wenn die Gültigkeitsdauer erreicht wird.

Die erste Funktion wird von **t9** erfüllt, die zweite von **t1**.

Eine Marke auf dem Platz **f16** enthält eine Variable T_ARCRQST die festlegt, wie lange vor Ablauf des Fahrauftrags schon ein neuer angefordert werden muß. Zur Erfüllung der Funktion von **t9** sind also T_ARCRQST von **f16**, die Zeit TI von **f1c** und der Zeitpunkt des Gültigkeitsablauf des Fahrauftrags in **p7** notwendig. Schaltet **t9**, so wird eine Nachricht mittels **f8** an das Netz 5.1.10 gesendet, das die eigentliche Anforderung des neuen Fahrauftrags übernimmt. Gleichzeitig wird der Zeitstempel des Fahrauftrags auf **p6** gespeichert. Dadurch wird gesichert, daß **t9** für jeden Fahrauftrag nur einmal schalten kann.

t1 schaltet, wenn der Fahrauftrag seine Gültigkeit verliert. Durch das dabei erfolgende Aktualisieren der Marke auf **p8** wird wie mit **p6** das nur einmalige Schalten der Transition gesichert. Mit **t2** wird die Entlassungsgeschwindigkeit von **t7** extrahiert und auf **p2** gespeichert. Ist das Fahrzeug schneller als diese Wert, so sendet **t3** über **f8** einen Notbremsbefehl, was auch durch das Verschieben der Marke von **p10** nach **p11** vermerkt wird. Ist der Wert bereits unterschritten, so speichert **t6** ihn zur weiteren Überwachung auf **f13a** und kein Notbremsbefehl wird ausgelöst. Ist die Entlassungsgeschwindigkeit unterschritten, wird nun durch **t4** der Fahrer zur Übernahme der Verantwortung aufgefordert. Gibt er seine Bestätigung, so schaltet **t5**, wodurch auf **f1b** der Betriebsmodus auf „Staff Responsible (SR)“ geschaltet wird. Auf **f17** wird gespeichert, daß im folgenden empfangene Fahraufträge von Infill-Balisen nicht angenommen werden dürfen. Auf **p9** wird eine Marke mit der Entlassungsgeschwindigkeit abgelegt. An **p9** anschließend löscht **t8** ohne weitere Funktion die Marke, wenn im Netz bisher kein Notbremsbefehl gesendet wurde, andernfalls schaltet **t7**, die über **f8** den Notbremsbefehl wieder aufhebt.

Onboard



□ 5.2 Global Data and Test Functions

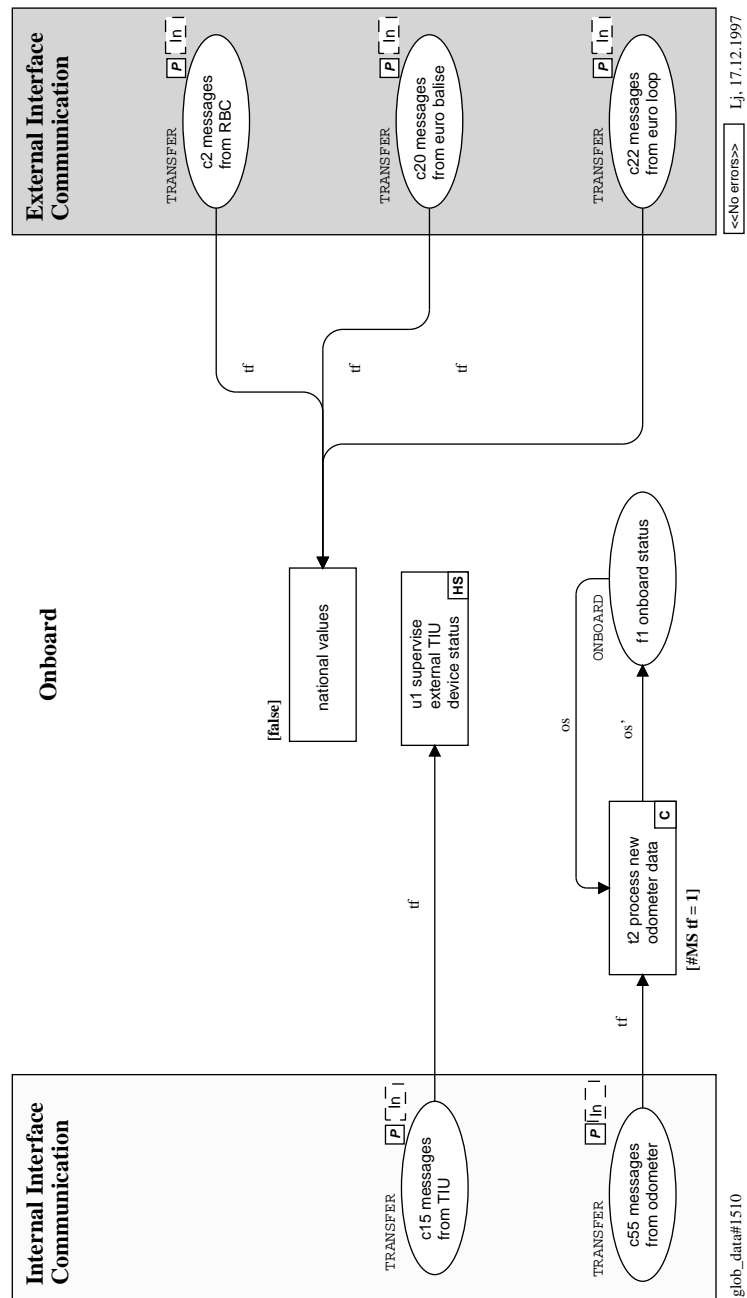
Inhalt/Aufgabe:

Hier sind die Funktionen zur Durchführung von Systemtests und Initialisierungsvorgängen zusammengefaßt.

Beschreibung:

Die Funktion **t1** dient dem Empfang und der Speicherung der nationalen Parameter. In der Instanz **u1** werden die Statusmeldungen der fahrzeugseitigen ETCS-externen Geräte empfangen und abgespeichert. Ausgenommen ist davon das Odometer, dessen Werte von **t2** erfaßt werden.

5.2 Global Data and Test Functions



□ 5.2.1 Supervise External (TIU) Device States

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Verarbeitung von Statusmeldungen der TIU.

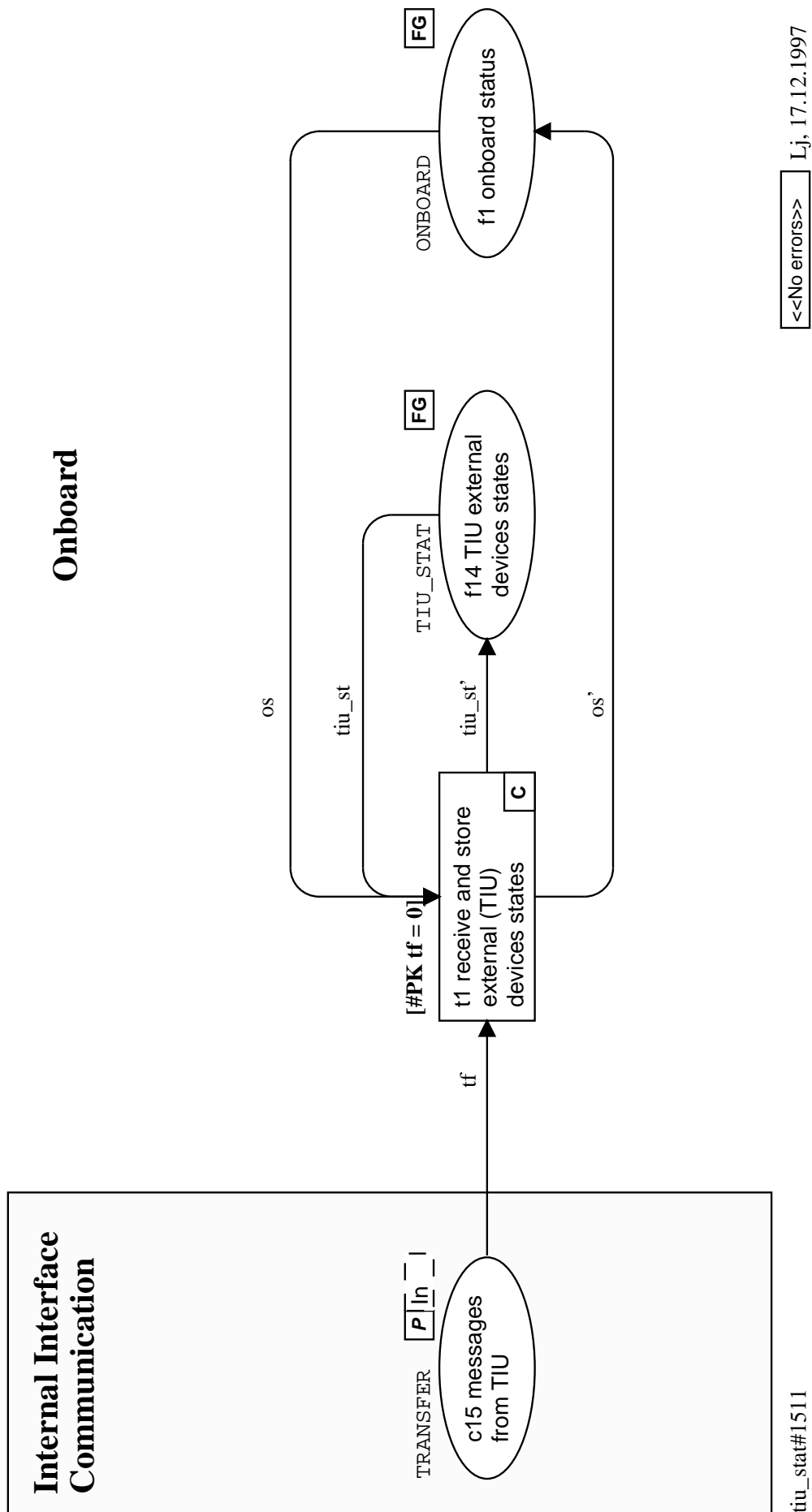
Aktivierung:

Das Netz wird jeweils angeregt durch eingehende Statusmeldungen vom TIU auf **c15**.

Beschreibung:

Bei Vorliegen einer Statusmeldung vom TIU auf **c15** zieht **t1** die Marke ab und aktualisiert den gespeicherten TIU-Status **f14**. Außerdem wird bei Vorliegen von Fehlern der am TIU angeschlossenen Geräte im Onboard-Status die Betriebsart "SF" eingetragen, falls sich das Onboard-System nicht bereits in den Betriebsarten "IS" oder "PO" befindet.

5.2.1 Supervise External (TIU) Devices States



□ 5.3 Data Exchange with External Moduls

Inhalt/Aufgabe:

Hier werden die verschiedenen, zum Datenaustausch mit ETCS-externen Systemen benötigten Funktionen dargestellt.

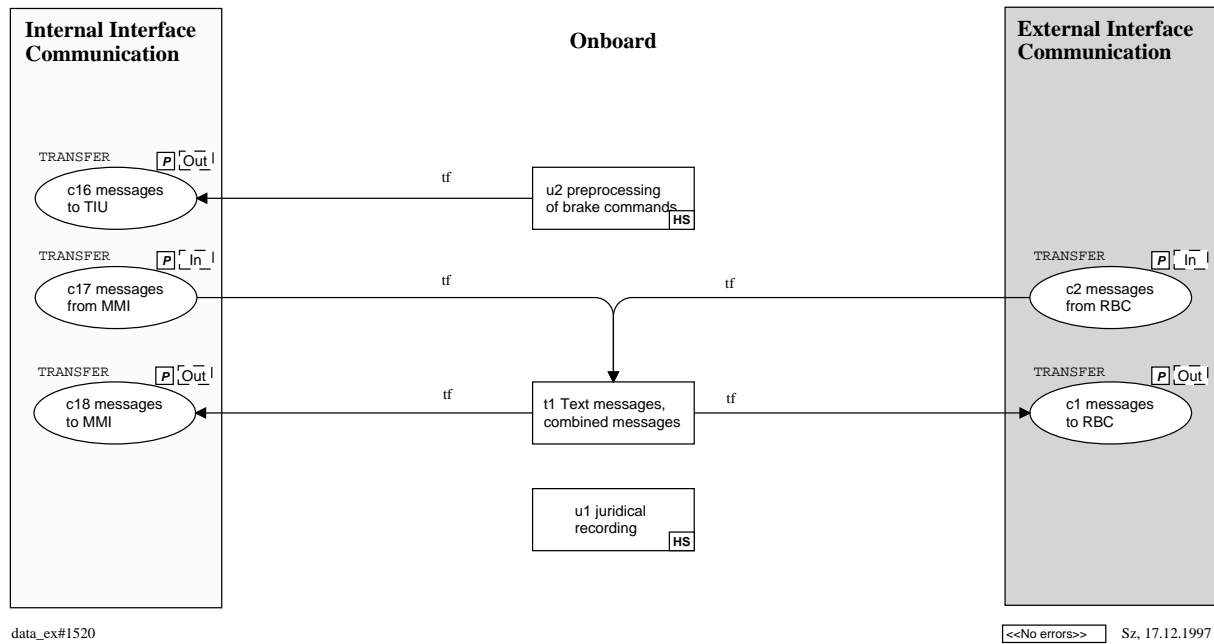
Beschreibung:

Die Instanz **t1** dient der Kommunikation Strecke/Fahrer mit Hilfe festgelegter kodierter Nachrichten.

u1 ist die Schnittstelle zu einem sicheren, juristisch verbindlichen, elektronischen Aufzeichnungsgerät.

In **u2** ist die zentrale Aufbereitung den Bremsbefehle dargestellt.

5.3 Data Exchange with External Moduls



□ 5.3.1 Juridical Recordings

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Aufzeichnung der Kommunikation an den Schnittstellen des Onboard-Systems sowie weiterer interner Ereignisse von besonderer Bedeutung.

Aktivierung:

Das Netz wird aktiviert durch das Einschalten des Onboard-Systems, repräsentiert durch die Initialisierung des Onboard-Status **f1**.

Es gibt drei verschiedene Möglichkeiten, das Netz anzuregen: durch Änderung der Geschwindigkeit im Onboard-Status **f1**, durch Änderung der Betriebsart im Onboard-Status **f1** und durch Erhalt einer an das Netz zur Aufzeichnung adressierten Marke, vornehmlich von einem Netz der Vor- oder Nachverarbeitung mit einer Kopie eines empfangenen bzw. gesendeten Telegramms, über den internen Bus **f8**.

Beschreibung:

t1 schaltet, wenn sich die Geschwindigkeit im Onboard-Status **f1** gegenüber der letzten Aufzeichnung **p2** geändert hat, und der letzte Aufzeichnungszeitpunkt **p1** nicht weniger als 50 ms zurückliegt. In diesem Fall speichert **t1** die aufzuzeichnenden Daten auf **p5**, schreibt sie zusätzlich in die Onboard-Protokolldatei und vermerkt den Aufzeichnungszeitpunkt auf **p1** und die aufgezeichnete Geschwindigkeit auf **p2**.

t2 schaltet, wenn sich die Betriebsart im Onboard-Status **f1** gegenüber der letzten Aufzeichnung **p3** geändert hat. In diesem Fall speichert **t1** die aufzuzeichnenden Daten auf **p5**, schreibt sie zusätzlich in die Onboard-Protokolldatei und vermerkt die aufgezeichnete Betriebsart auf **p3**.

t3 schaltet, wenn auf dem internen Bus **f8** eine an das Netz zur Aufzeichnung adressierte Marke liegt. Durch die Adressierung wird angegeben, ob es sich bei den aufzuzeichnenden Daten um ein empfangenes Telegramm ("record_in") oder einer gesendetes Telegramm ("record_out") handelt. **t1** speichert die aufzuzeichnenden Daten auf **p5** und schreibt sie zusätzlich in die Onboard-Protokolldatei.

Figure 1 is a state transition diagram for a train control system. The diagram shows various states (ovals) and transitions (arrows) between them. States include 'f1 onboard status', 'p1 last time when speed recorded', 't1 store train speed when changed', 'p2 last recorded train speed', 't2 store mode when changed', 'p3 last recorded mode', 't3 store data', 'f8 internal bus', and 'p5 juridical recordings'. Transitions are labeled with events and actions, such as 'os', 'ti', 'v', 'v'', 'tf', 'str', 'MD', 'ADR', and 'TRANSFER'. A legend at the bottom right indicates that 'FG' stands for 'no error' and 'Lj' stands for '17.12.1997'.

□ 5.3.2 Preprocess Brake Commands

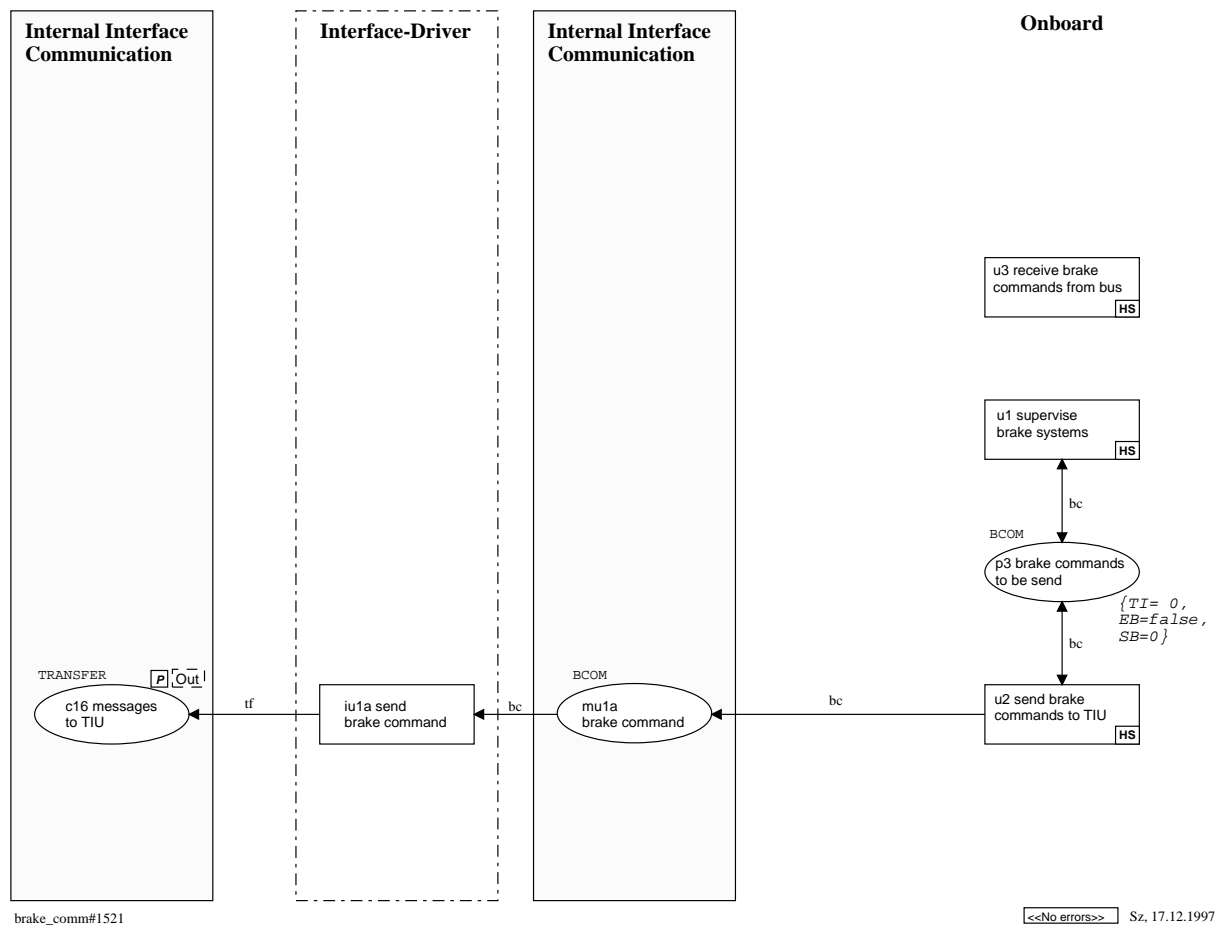
Inhalt/Aufgabe:

Diese Seite zeigt die Gruppierung der Funktionen zum Ansteuern und Überwachen der Bremssysteme über die Schnittstelle zu den Zuggeräten (TIU).

Beschreibung:

In **u3** werden die Befehle zum Anziehen und Lösen der Bremsen von den Szenarios und globalen Funktionen empfangen. In **u2** erfolgt das Ansteuern der Bremsen, in **u1** die Überwachung der Bremssysteme und Befehle, die über **p3** von **u2** an **u1** übermittelt werden.

5.3.2 Preprocess Brake Commands



□ 5.3.2.1 Supervise Brake System

Inhalt/Aufgabe:

Funktion des Netzes ist es, den Status des Betriebsbremssystems zu überwachen und bei Nichtverfügbarkeit entsprechende Fehlerreaktionen auszuführen.

Aktivierung:

Das Netz wird durch eine Veränderung des Inhalts der Marke auf **f14** aktiviert.

Beschreibung:

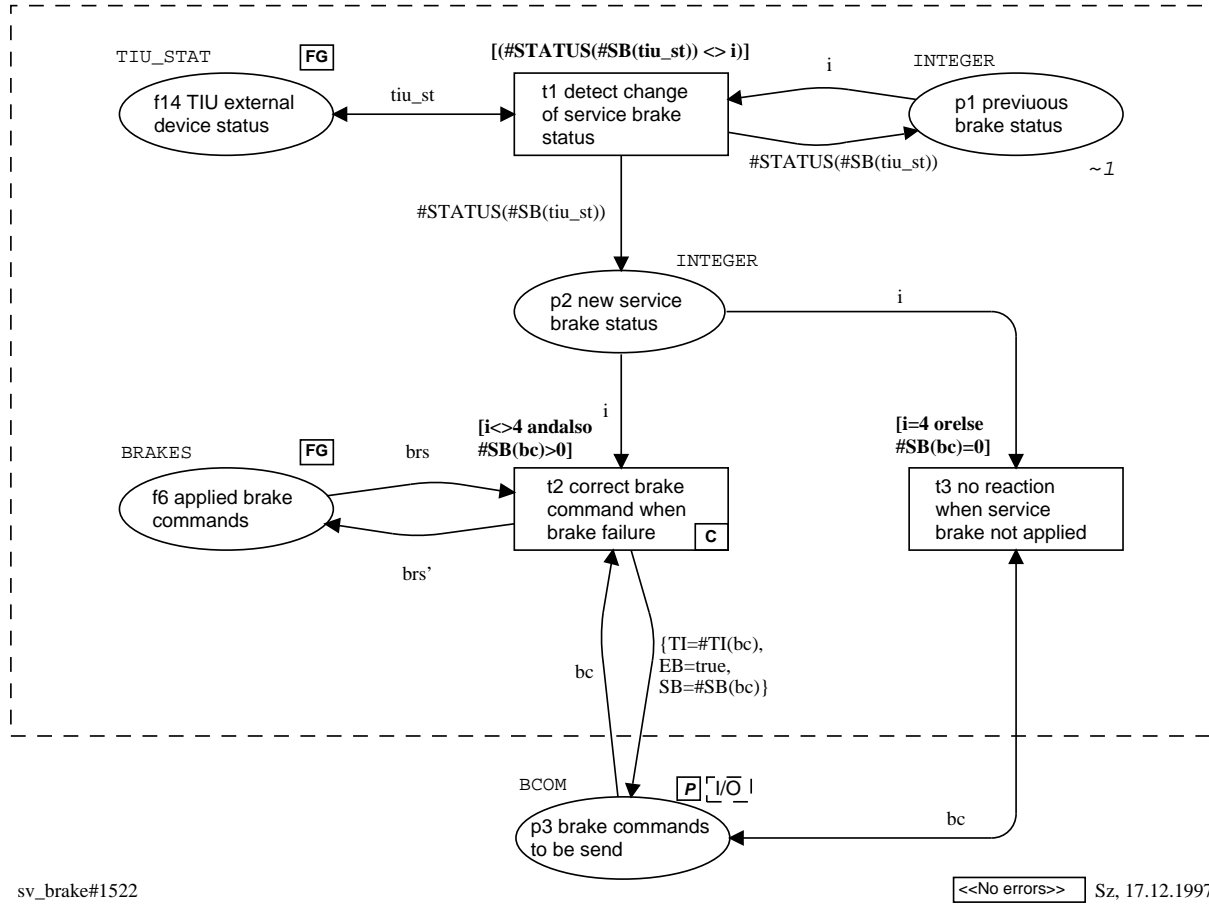
Durch **t1** wird ständig der aktuelle Status der Betriebsbremse von **f14** mit dem alten Wert auf **p1** verglichen. Wird ein Unterschied festgestellt, so schaltet **t1** und speichert den neuen Status auf **p1** und **p2** ab. **P1** wird am Anfang mit dem Wert -1 initialisiert. Die Statusvariable kann diesen Wert nie annehmen. Damit wird beim Einschalten des Systems mindestens einmal **t1** schalten müssen.

Der Wert der Variablen der Marke auf **p2** wird durch **t2** und **t3** abgefragt. **T3** schaltet, wenn das Betriebsbremssystem als fehlerfrei gemeldet wurde (i=4, siehe TIU FFFIS) oder gerade dieses System gerade nicht ausgelöst ist, was auf **p3** abgefragt werden kann.

T2 schaltet, wenn das Betriebsbremssystem ausgelöst wurde aber nicht fehlerfrei funktioniert. Beim Schalten von **t2** werden alle angeforderten Betriebsbremsbefehle auf **f6** in Notbremsbefehle und die Betriebsbremsansteuerung auf **p3** in eine Notbremsansteuerung.

5.3.2.1 Supervise Brake System

Onboard



□ 5.3.2.2 Send Brake Commands

Inhalt/Aufgabe:

Es sind auf dieser Seite 3 Funktionen modelliert:

- Überwachen und Filtern der Bremsbefehle
- Umwandeln der Bremsansteuerbefehle
- Zyklisches Senden der Ansteuerbefehle an die Zugeinrichtungen

Aktivierung:

Das Netz ist ständig aktiviert.

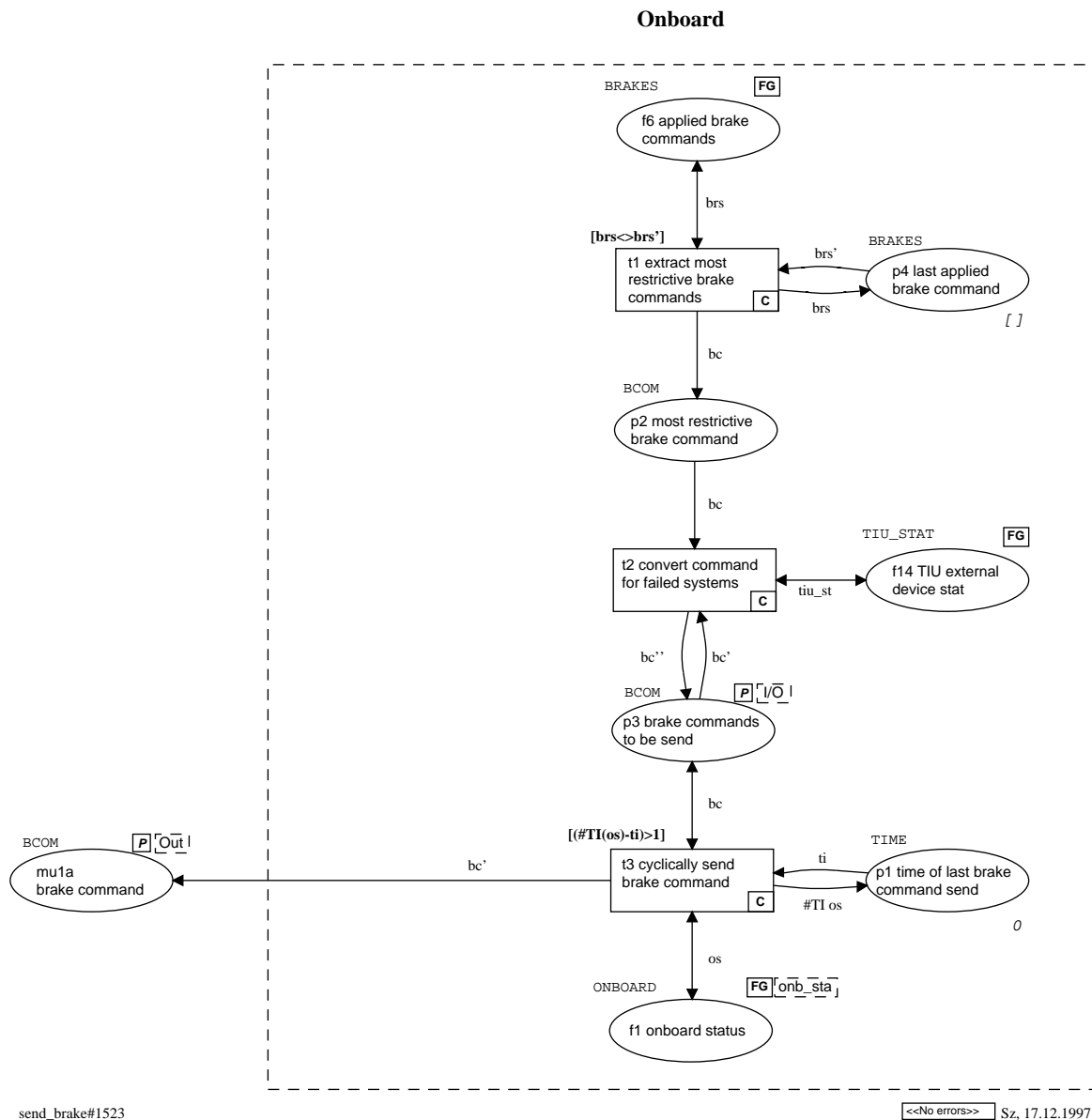
Beschreibung:

Von **t1** vergleicht die Liste der aktuellen Bremsbefehle **f6** mit der Liste nach der letzten Änderung **p4**. Im Fall einer Änderung auf **f6** schaltet **t1**, kopiert die gesamte Liste von **f6** nach **p4** und speichert auf **p2** die herausgefilterten restriktivsten Bremsbefehle.

Von **t2** werden nun diese Bremsbefehle in Bremsansteuerbefehle umgewandelt. Im Fall eines defekten Betriebsbremssystems werden die dieses betreffenden Befehle in Notbremsansteuerbefehle umgewandelt.

Durch **t3** wird mittels **p1** und **f1** der Sendezyklus für die Ansteuerbefehle auf **p3** festgestellt und diese dann immer auf **mul** kopiert.

5.3.2.2 Send Brake Commands



□ 5.3.2.3 Receive Brake Commands from Internal Bus

Inhalt/Aufgabe:

Funktion des Netzes ist der Empfang von Bremsbefehlen von anderen Teilen des Modells.

Aktivierung:

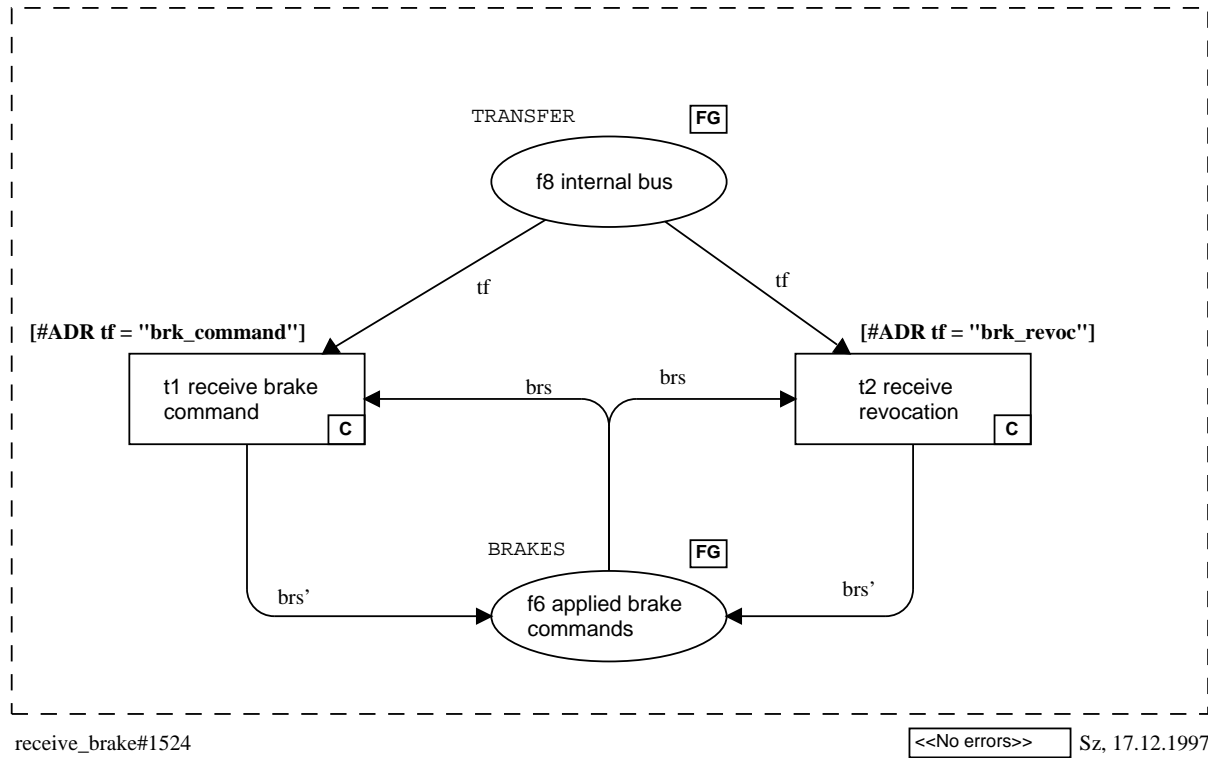
Die Aktivierung erfolgt durch eine Nachricht vom internen Bus **f8**.

Beschreibung:

Bremsbefehle und Bremslösebefehle werden über **f8** gesendet und von den Guards von **t1** und **t2** selektiert. Von **t1** wird der neue Bremsbefehl an die Liste auf **f6** angehängt, **t2** sucht den aufzuhebenden Bremsbefehl in der List und löscht ihn.

5.3.2.3 Receive Brake Commands from Internal Bus

Onboard



□ 5.4 Control Functions

Inhalt/Aufgabe:

Diese Funktionsgruppe beinhaltet die Funktionen, die zur Überwachungsaufgaben während der Fahrt dienen.

Beschreibung:

In **u1** sind die Vorgänge zur Isolation von Teilen des ETCS dargestellt.

Unter Nutzung der Funktion **u2** kann ein Triebfahrzeug zur Feststellung der Zugintegrität für den ganzen Zug dienen, in dem es in einer der Slave-Betriebsarten fährt.

U3 dient der Feststellung der Zugintegrität durch Kommunikation mit der TIU oder dem Fahrer über das MMI. Im Fall des Verlustes der Zugintegrität werden die zur Wahrung der Sicherheit notwendigen Maßnahmen ausgelöst.

U4 erfüllt die Funktionalität der Sicherheitsfahrschaltung (Wachsamkeitstaste) und ihrer Überbrückung durch das ETCS.

Mit Hilfe der Instanz **t5** ist eine Kommunikation mit streckenseitigen Achszählern möglich, deren Ergebnisse zur Feststellung der Zugintegrität von ihr gespeichert werden und im Zug oder von der Strecke ausgewertet werden können. Dabei dient **p1** als Speicher des übermittelten Ergebnisses des Achszählers.

Die beiden Instanzen **u6** und **u7** dienen zur Überwachung und Kommunikation mit dem Odometer.

□ 5.4.1 Isolation Procedure

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt den vom Fahrer oder vom System initiierten Wechsel des Onboard-Systems in die Betriebsart "IS" sowie den Wechsel zurück in die vorherige Betriebsart.

Aktivierung:

Das Netz wird aktiviert, wenn über den vom Triebfahrzeugführer initiierten Wechsel in die Betriebsart "IS" ein Telegramm vom MMI über **ia9** auf **ma9** eingeht.

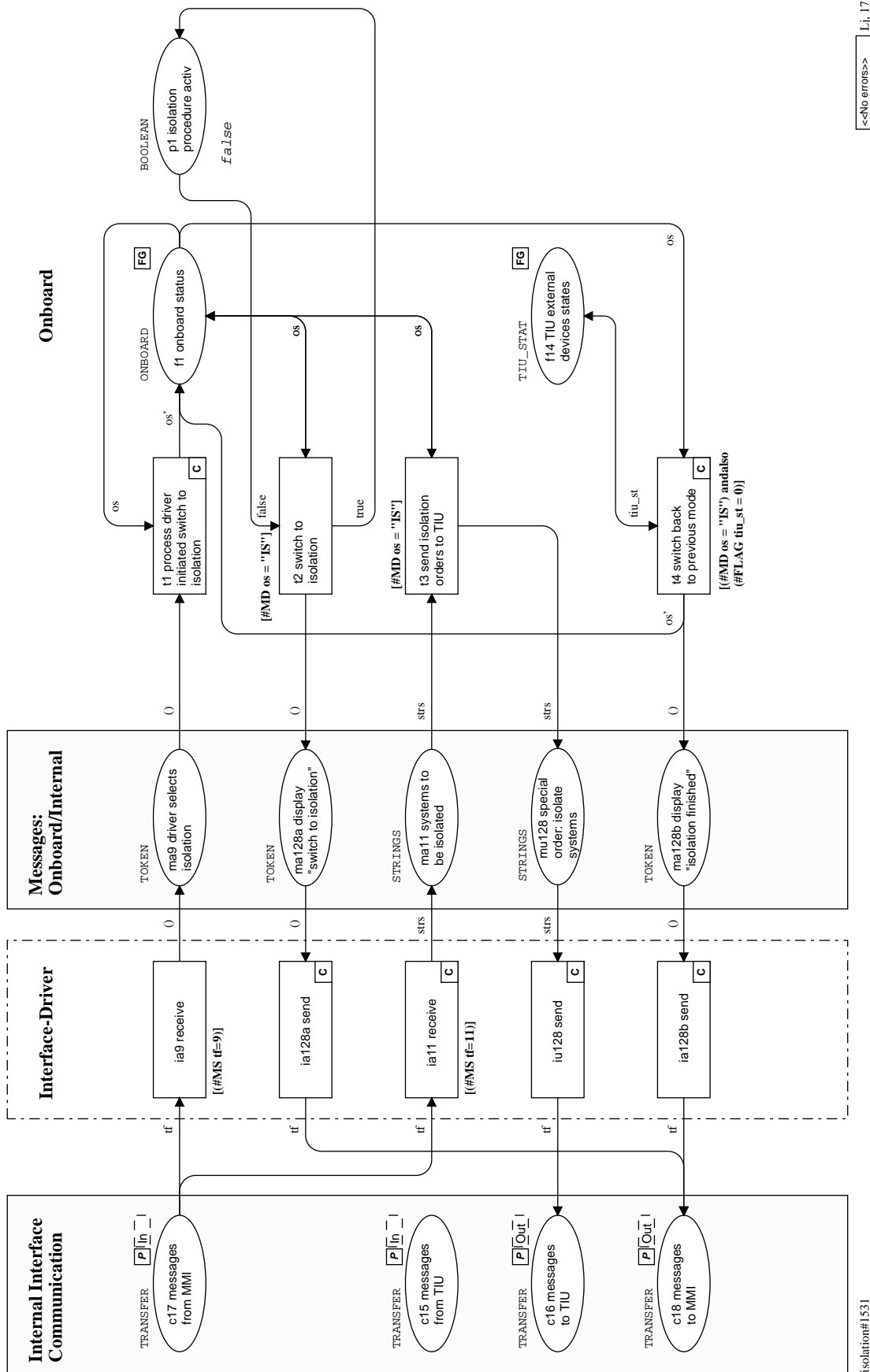
Beschreibung:

Nach Aktivierung des Netzes zieht **t1** die Marke von **ma9** ab, trägt im Onboard-Status **f1** die neue Betriebsart "IS" ein. **t2** detektiert diesen Wechsel der Betriebsart, kann schalten, wenn die Isolation-Prozedur gemäß **p1** nicht bereits aktiv war, erzeugt einen Hinweis für den Triebfahrzeugführer ans MMI auf **ma128a** und markiert auf **p1** die Isolation-Prozedur als aktiv.

Wenn in der Betriebsart "IS" vom MMI ein Telegramm mit den zu isolierenden Systemen auf **ma11** bereitgestellt wird, erzeugt **t3** ein entsprechendes Kommando an die TIU auf **mu128**. Dies kann mehrmals geschehen, solange das Onboard-System sich in der Betriebsart "IS" befindet.

Sobald im TIU-Status **f14** der Merker gelöscht ist, der fehlerhafte Geräte am TIU anzeigt, schaltet **t4** und setzt im Onboard-Status wieder die vorherige Betriebsart.

5.4.1 Isolation Procedure



<-No errors>>

Lj, 17.12.1997

□ 5.4.3 Train Integrity from TIU/MMI

Inhalt/Aufgabe:

Funktion des Netzes ist die Aufforderung an den Fahrer, die Zugintegrität sicherzustellen, wenn fahrzeuginterne Einrichtungen nicht mehr dazu in der Lage sind.

Aktivierung:

Die Aktivierung erfolgt durch den Inhalt von f1, wenn dadurch der Ausfall der Zugintegritätssicherung angezeigt wird.

Beschreibung:

Für den Fall, daß die Zugvollständigkeit nicht mehr automatisch durch die fahrzeuginternen Einrichtungen gesichert werden kann, sich der Zug in einem Level 2/3-Gebiet und in Ruhe befindet, schaltet **t1**. Damit wird der Fahrer zur Bestätigung der Zugvollständigkeit aufgefordert. Gibt er die Bestätigung, so kann **t2** schalten wobei dies auf **f1b** gespeichert wird. Nach erfolgter Bestätigung und bei einer Bewegung des Fahrzeugs wird durch **t3** das Netz wieder in seinen Initialzustand versetzt.

Nimmt der Zug Fahrt auf, bevor der Fahrer seine Bestätigung gab, so löscht **t4** die Marke von **p2** und eine nun erfolgende Bestätigung wird von **t5** unterdrückt.

Onboard



□ 5.4.4 Vigilance Control

Inhalt/Aufgabe:

Aufgabe dieses Netzes ist die Simulation der einer Fahrerreaktion durch das Onboard-Gerät für die Fahreraktivitätsüberwachung bzw. Durchführung dieser Überwachung unter Nutzung des MMI.

Aktivierung:

Das Netz wird aktiviert, sobald die Fahrzeuggeschwindigkeit einen national festgelegten Wert von **f4a** überschreitet.

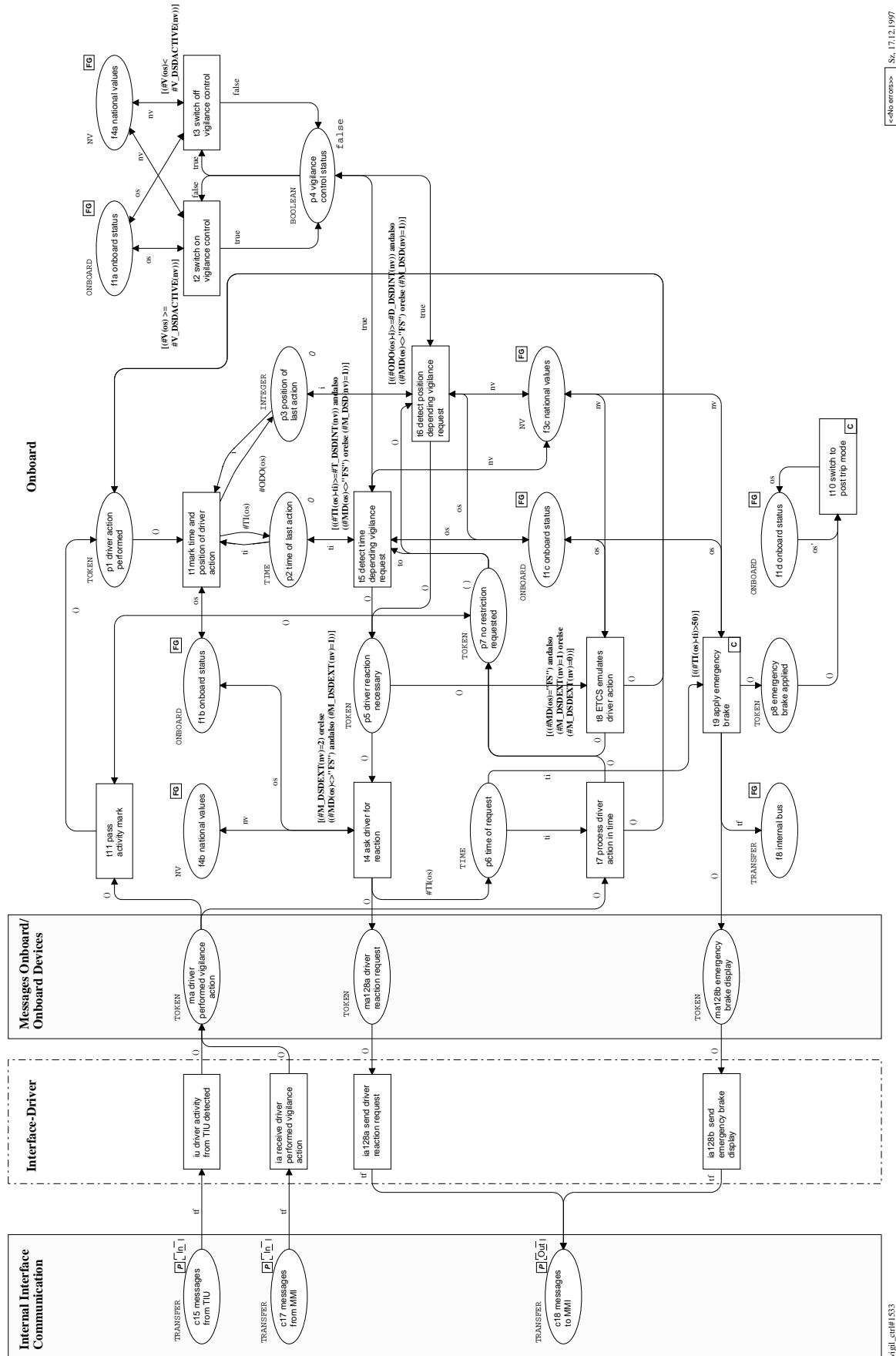
Beschreibung:

Der Wert der Marke auf **p4** zeigt an, ob eine Fahrerüberwachung notwendig ist. Er wird von **t2** und **t3** geschwindigkeitsabhängig festgelegt.

Auf **p2** und **p3** sind der Zeitpunkt und der Ort der letzten festgestellten Fahrerreaktion abgespeichert. Durch den Wert true auf **p4** werden **t5** und **t6** aktiviert. Sie stellen nun zusammen mit den Daten von **f1c** und **f3c** fest, ob wieder eine erneute Fahrerreaktion angefordert werden muß. In diesem Fall wird die Marke von **p7** abgezogen und auf **p5** gesetzt. Wenn es die nationalen Festlegungen von **f3c** erlauben und das ETCS Onboard-Gerät die Sicherheitsverantwortung trägt („Full Supervision“), kann **t8** eine Fahrerreaktion simulieren. Ist dies nicht möglich, so wird durch **t4** mit **ma131** der Fahrer aufgefordert, innerhalb von 5 Sekunden eine Handlung auf dem MMI auszuführen, und dies auf **p6** vermerkt. Reagiert der Fahrer rechtzeitig (eine Marke auf **ma**), zieht **t7** die Marke von **p6** ab und setzt eine auf **p7** und **p1**. Durch die Marke auf **p1** schaltet **t1**, die den Ort und Zeitpunkt der Fahrerreaktion auf **p2** und **p3** speichert.

Reagiert der Fahrer nicht innerhalb der vorgeschriebenen 5 Sekunden, so schaltet **t9**. Hierdurch wird eine Notbremsung durch einen Notbremsbefehl über **f8** ausgelöst, dies dem Fahrer mit **ma132** angezeigt und nachfolgend durch **t10** in der Modus „Post Trip (PT)“ geschaltet.

5.4.4 Vigilance Control



<no errors> Sz, 17.12.1997

□ 5.5 Balise Related Functions

Inhalt/Aufgabe:

Die Funktionen zur Erfassung der Linking-Informationen für Balisen und die Fehlerbehandlung für falsch gelesene Balisen werden hier zusammengefaßt.

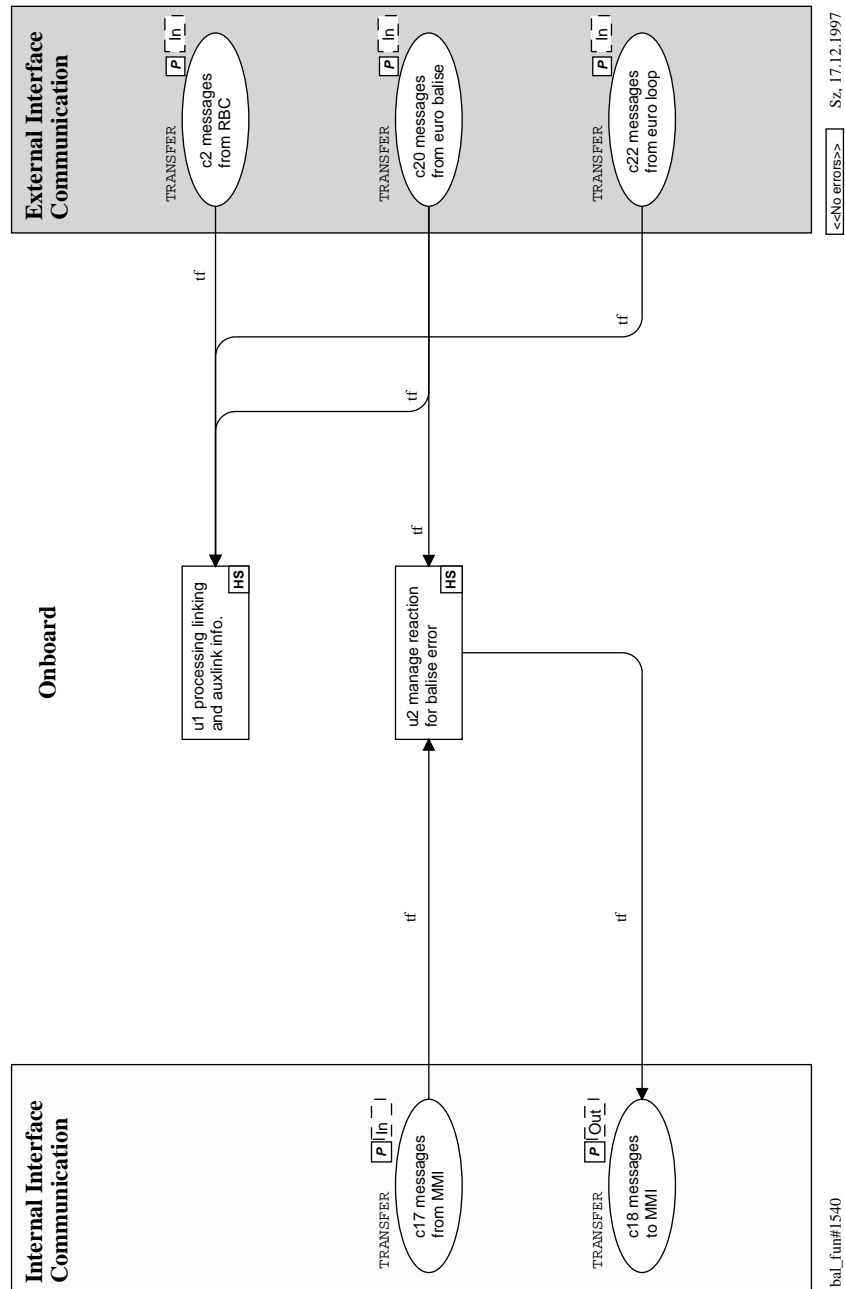
Beschreibung

Die sichere Kommunikation und Gewährleistung der Betriebssicherheit bei Nutzung von Balisen zur Datenübertragung zum Fahrzeug sind folgende Funktionen notwendig:

- in **u1** die Erfassung der Linking-Informationen
- durch **u2** das Auslösen der festgesetzten Maßnahmen, wenn eine Verletzung dieser Informationen auftritt

Die eigentliche Überwachung der Balisenpositionen erfolgt bereits in der Vorverarbeitung der Balisentelegramme.

5.5 Balise Related Functions



□ 5.5.1 Processing Linking and Auxlink Information

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Verarbeitung und Speicherung von Kopplungsinformationen.

Aktivierung:

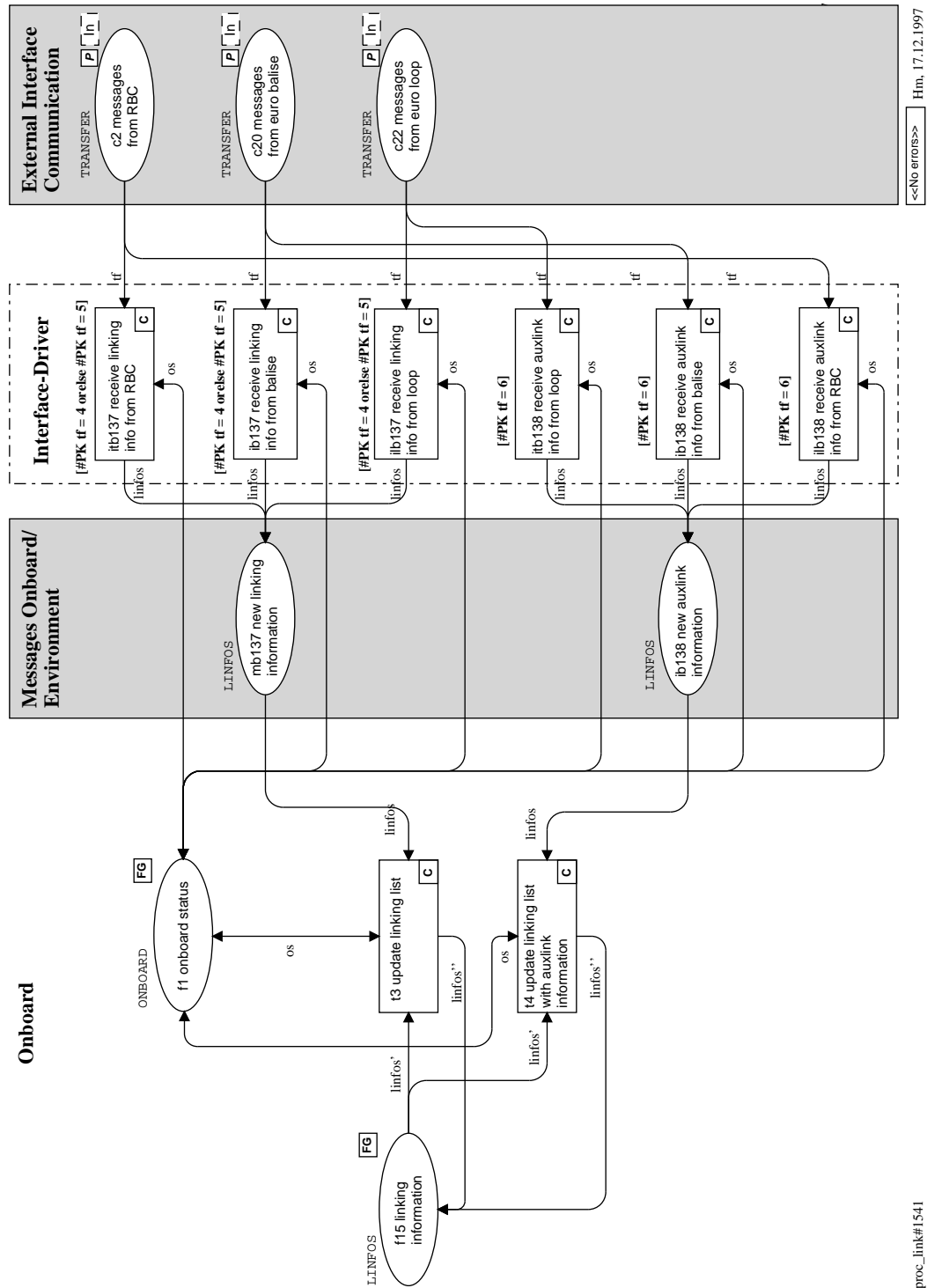
Das Netz wird aktiviert, wenn Kopplungsinformationen in Telegrammen vom RBC oder von einer Balise vorliegen. Dabei wird zwischen Kopplungsinformationen für Hauptsignalbalisen und solchen für Balisen mit Zusatzinformationen unterschieden.

Beschreibung:

Kopplungsinformationen zu Hauptsignalbalisen in Form der Pakettypen 4 und 6 werden von den Treibern **itb137** oder **ib137** oder **itl137** von der auf dem jeweiligen Schnittstellenplatz bereitliegenden Marke aus dem Telegramm extrahiert und auf **mb137** abgelegt. Sie werden von **t3** in der Liste aller Kopplungsinformationen **f15** gespeichert.

Kopplungsinformationen zu Balisen mit Zusatzinformationen in Form des Pakettyps 5 werden von den Treibern **itb138** oder **ib138** oder **itl138** von der auf dem jeweiligen Schnittstellenplatz bereitliegenden Marke aus dem Telegramm extrahiert und auf **mb138** abgelegt. Sie werden von **t4** in der Liste aller Kopplungsinformationen **f15** gespeichert.

5.5.1 Processing Linking and Auxlink Information



<<No errors>>

Hm, 17.12.1997

□ 5.5.2 Manage Reaction for Balise Error

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Durchführung der Reaktion auf Balisenfehler in Zusammenhang mit Kopplungsinformationen, die in der Vorverarbeitung der Balisenschnittstelle erkannt wurden.

Aktivierung:

Das Netz wird aktiviert durch die Bereitstellung einer an das Netz adressierten Marke mit dem fehlerhaften Balisentelegramm (oder bei nicht gefundener Balise nur mit einer Fehlermeldung) auf **mbe**. Die Adressierung gibt Aufschluß über die Art der Fehlerreaktion, die von der Vorverarbeitung aus den entsprechenden Kopplungsinformationen ermittelt worden ist.

Beschreibung:

Es gibt vier Arten der Fehlerreaktion: Anwendung der Notfallbremse, Hinweis an den Triebfahrzeugführer, Hinweis an den Triebfahrzeugführer mit Quittierung und ???

Falls auf den Balisenfehler mit Anwendung der Notfallbremse reagiert werden soll, erzeugt **t1** den entsprechenden Bremsbefehl und leitet ihn über den internen Bus **f8** an das entsprechende Verarbeitungsnetz.

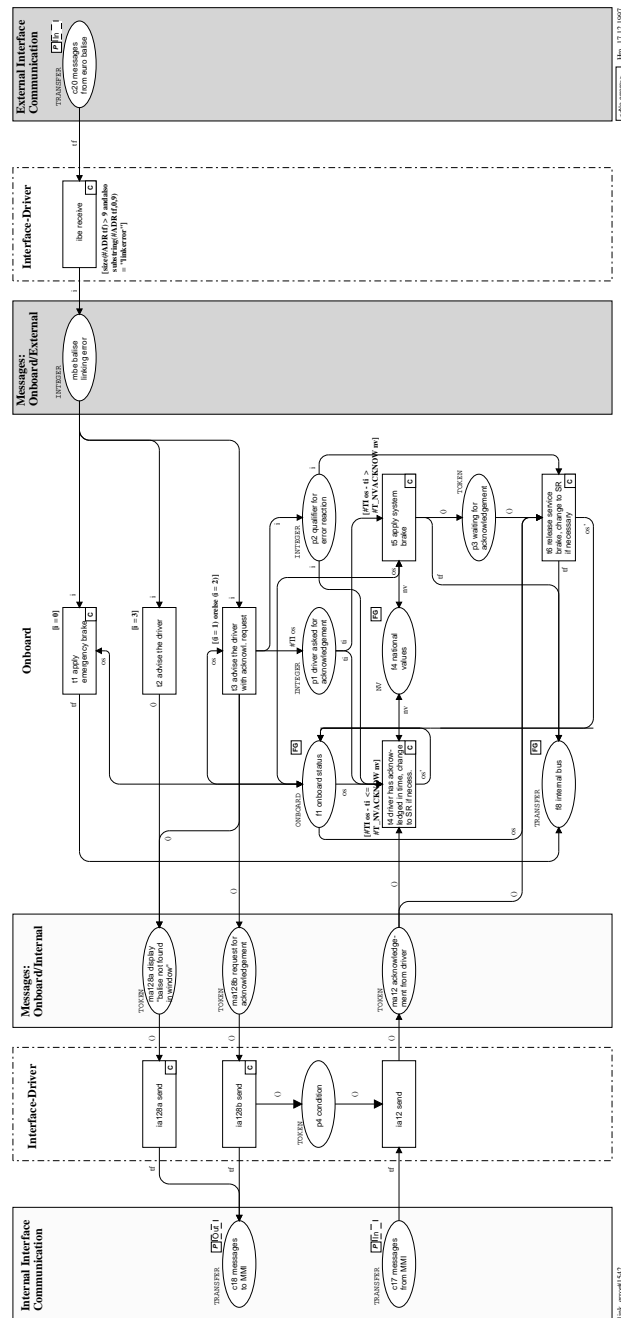
Falls auf den Balisenfehler mit einem Hinweis an den Triebfahrzeugführer reagiert werden soll, erzeugt **t2** das Telegramm mit dem Hinweis an das MMI auf **ma128a**.

Falls auf den Balisenfehler mit einem Hinweis und einer Anforderung an den Triebfahrzeugführer auf Bestätigung reagiert werden soll, erzeugt **t3** einen Zeitstempel auf **p1**, schreibt die Art der Fehlerreaktion auf **p2** und erzeugt die beiden Telegramme an das MMI mit dem Hinweis auf **ma128a** und der Anforderung zur Quittierung auf **ma128b**.

Falls eine Quittierung vom Fahrer gefordert ist und innerhalb der auf **f3** national vorgegebenen Zeitdauer **T_NVACKNOW** erfolgt, zieht **t4** die Marken von **ma12**, **p1** und **p2** ab, ohne eine Bremsung einzuleiten. Allerdings wird abhängig von der Fehlerreaktionsart **p2** ggf. in die Betriebsart "SR" gewechselt.

Falls der Fahrer den Hinweis auf den Balisenfehler nicht innerhalb der auf **f3** national vorgegebenen Zeitdauer **T_NVACKNOW** quittiert, zieht **t5** die Marken von **p1** und **p2** ab, erzeugt auf dem internen Bus **f8** einen Bremsbefehl und markiert **p3**. Wenn der Fahrer dann später quittiert, erzeugt **t6** auf dem internen Bus **f8** den Anstoß zur Löschung des vormals gegebenen Bremsbefehls und wechselt abhängig von der Fehlerreaktionsart **p2** ggf. in die Betriebsart "SR".

5.5.2 Manage Reaction for Balise Error



□ 5.6 Action Depending on Location/Time

Inhalt/Aufgabe:

Bestimmte Maßnahmen müssen in Abhängigkeit von der Zeit und der Position auf der Strecke unabhängig von sonstigen Parametern durchgeführt werden und sind hier zusammengefaßt.

Beschreibung:

Es können von der Strecke bestimmte Befehle gegeben werden mit der Position, an dem das Fahrzeug diese auszuführen hat. In der Instanz **t1** erfolgt die Überwachung der aktuellen Position mit der Liste der den Befehlen zugeordneten Positionen und das Auslösen der geforderten Maßnahmen.

In **u2** werden die Aktionen zum Senden der Positionsmeldungen entsprechend festgelegter Parameter ausgeführt.

□ 5.6.2 Train Location Sending

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Versendung von allgemeinen Positionsmeldungen im Level 2 bzw. 3. Die Versendung spezieller Positionsmeldungen, entweder explizit oder implizit durch spezielle Werte V_MAIN in allgemeinen Positionsmeldungen, ist hier nicht berücksichtigt und wird in den entsprechenden Szenario-Netzen (z. B. Joining oder Splitting) beschrieben.

Aktivierung:

Das Netz wird aktiviert, indem das Onboard-System in den Level 2 oder 3 wechselt und erstmalig Parameter für das Senden von Positionsmeldungen vom RBC empfängt, die über **it58** auf **mt58** bereitgestellt werden.

Beschreibung:

Beim Wechsel des aktuellen Level gemäß Onboard-Status **f10** von 0/1 nach 2/3 oder umgekehrt werden die lokal gespeicherten Parameter zur Versendung von Positionsmeldungen **p1** durch **t10** initialisiert und dabei zur Verwendung freigegeben bzw. gesperrt. Die Parameter werden so initialisiert, daß zunächst keine Positionsmeldung erfolgt. Werden auf **mt58** neue Parameter vom RBC bereitgestellt, so aktualisiert **t1** damit die lokal gespeicherten Parameter **p1**.

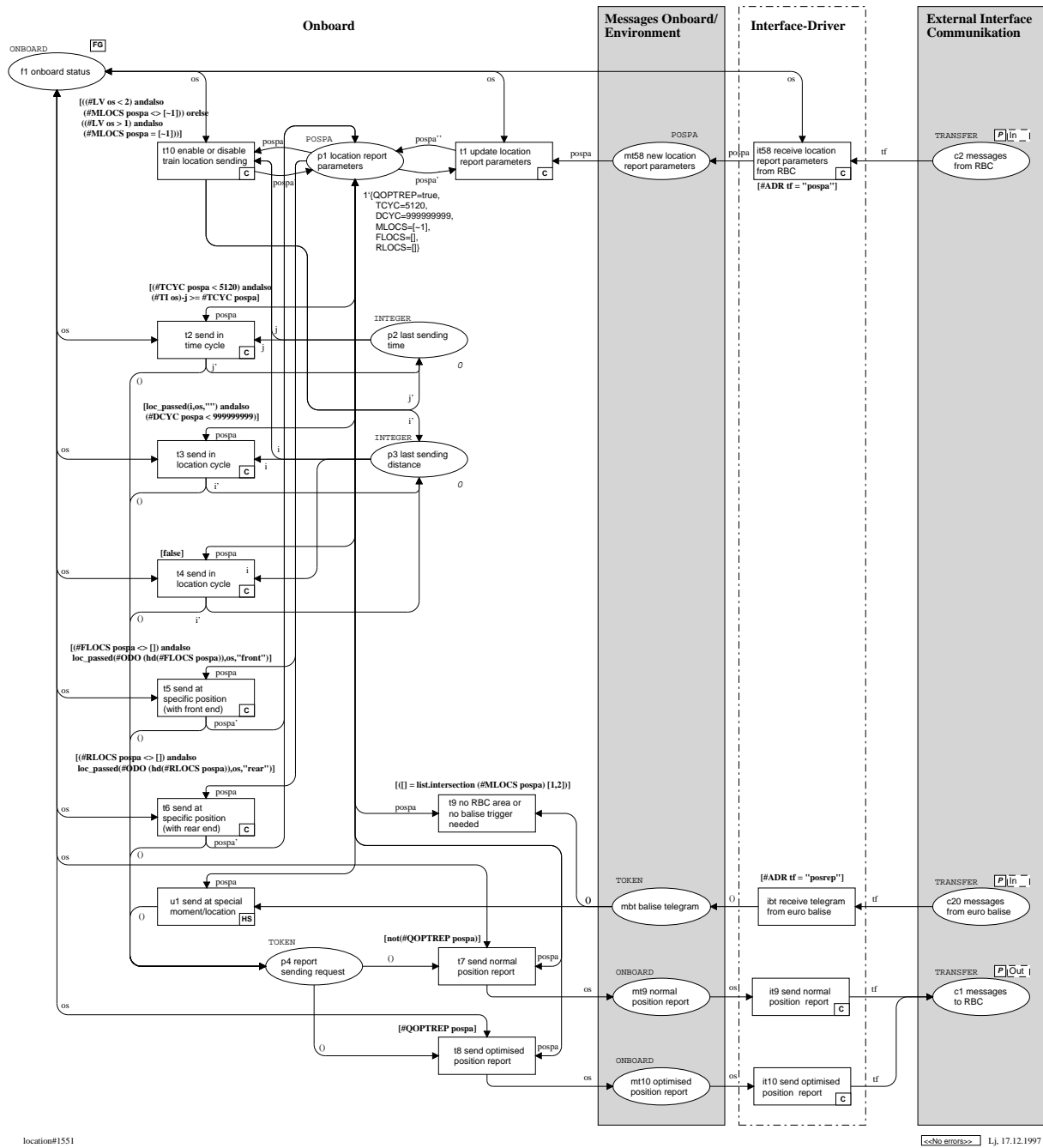
Je nach den aktuell gespeicherten lokalen Parametern können Positionsmeldungen zyklisch mit der Zeit oder dem zurückgelegten Weg gesendet werden oder auch an bestimmten, einzeln gegebenen Positionen. **t2** erzeugt zyklisch mit der in **p1** gegebenen Zeitdauer interne Anforderungen für die Generierung einer Positionsmeldung auf **p4** und speichert den jeweils aktuellen Zeitpunkt auf **p2**.

t3 und **t4** erzeugen jeweils zyklisch mit der in **p1** gegebenen Wegstrecke interne Anforderungen für die Generierung einer Positionsmeldung auf **p4** und speichern den jeweils aktuellen Odometerzähler auf **p3**. Dabei ist **t3** für Fahrzeugbewegungen in Richtung von Cab A und **t4** für solche in Richtung von Cab B zuständig. **t5** und **t6** erzeugen jeweils an bestimmten, in **p1** einzeln vorgegebenen Positionen interne Anforderungen für die Generierung einer Positionsmeldung auf **p4** und löschen die Position in den Parametern auf **p1**. Dabei ist **t5** für Fahrzeugbewegungen in Richtung von Cab A und **t6** für solche in Richtung von Cab B zuständig.

Die Instanz **u1** beschreibt die Erzeugung von internen Anforderungen für die Generierung von Positionsmeldungen sofort nach Erhalt entsprechender Parameter oder einmalig bzw. mehrmalig mit Überfahren von Balisen oder Erhalt von Fahraufträgen. Dazu erhält die Instanz **u1** jeweils bei Überfahren einer Balise in Level 2 oder 3 eine Anregung über **ibt** und **mbt**, wobei im Level 0 oder 1 die Marke auf **mbt** von **t9** abgezogen wird.

Auf eine internen Anforderung für die Generierung einer Positionsmeldung auf **p4** wird entsprechend den Parametern auf **p1** entweder von **t7** eine normale Positionsmeldung **mt9** oder von **t8** eine optimierte Positionsmeldung **mt10** an das RBC generiert.

5.6.2 Train Location Sending



□ 5.6.2.1 Send at Special Moment / Location

Inhalt/Aufgabe:

Das Netz beschreibt die Erzeugung von internen Anforderungen für die Generierung von Positionsmeldungen sofort nach Erhalt entsprechender Parameter oder einmalig bzw. mehrmalig mit Überfahrenen von Balisen oder Erhalt von Fahraufträgen.

Aktivierung:

Das Netz wird aktiviert durch Übertragung entsprechender Parameter vom RBC und Speicherung auf **p1** durch das Obernetz.

Die Anregung des Netzes kann abhängig von den vorliegenden Parametern auf dreierlei Weise erfolgen: durch das Setzen von Parametern auf **p1**, durch die Anregung auf **mbt** nach Erhalt eines zulässigen Balisentelegramms sowie durch die Anregung nach Erhalt eines Fahrauftrags über den internen Bus **f8**.

Beschreibung:

Durch das Setzen von Parametern auf **p1**, die eine sofortige Positionsmeldung veranlassen, wird von **t1** sofort und einmalig eine interne Anforderung für eine Positionsmeldung auf **p4** erzeugt. Dabei wird der entsprechende Parameterwert in der Marke auf **p1** zurückgesetzt.

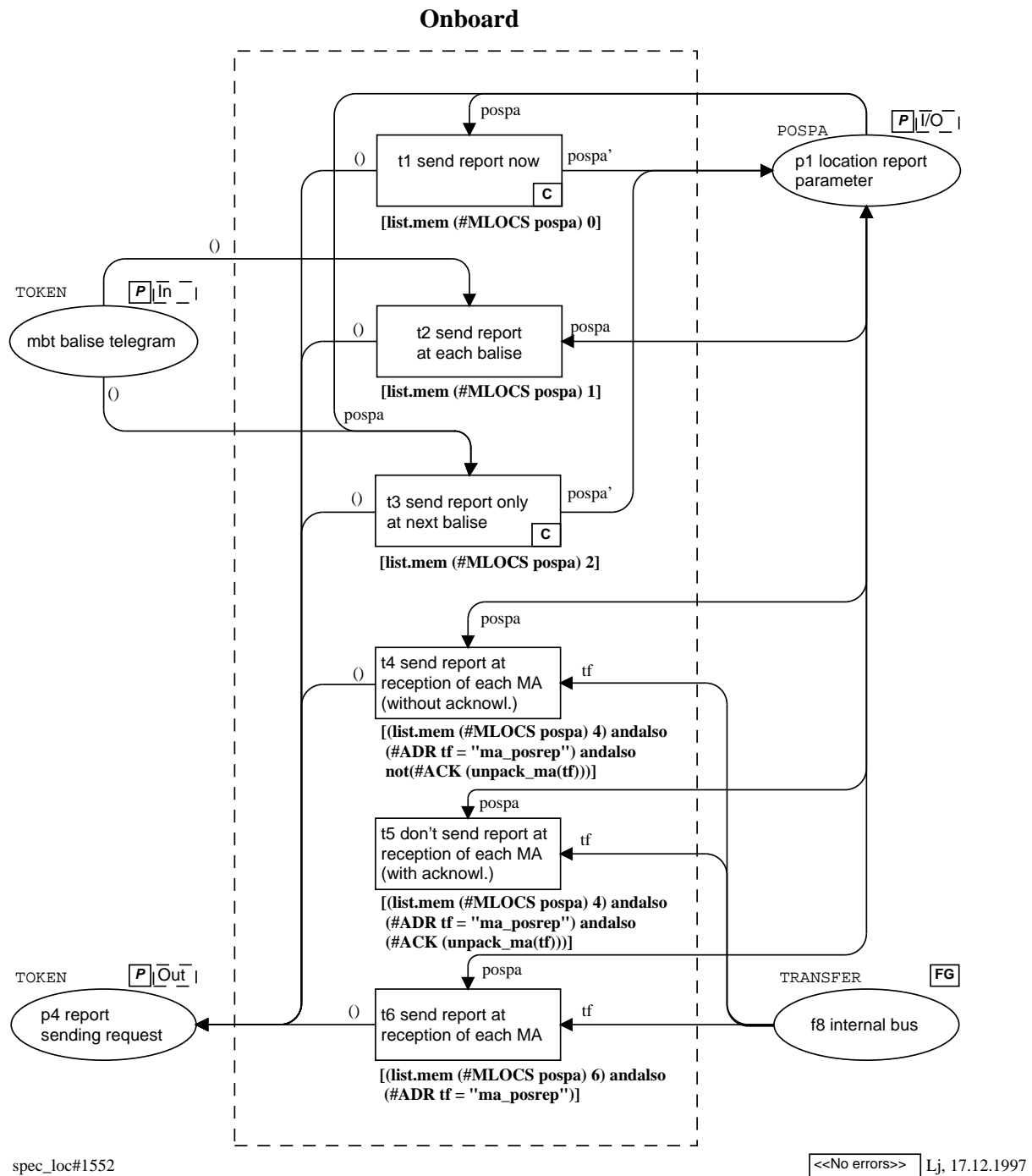
Falls gemäß den Parametern auf **p1** bei Überfahren jeder Balise eine Positionsmeldung gesendet werden soll, zieht **t3** jede entsprechende Anregung von **mbt** und erzeugt eine interne Anforderung für eine Positionsmeldung auf **p4**.

Falls gemäß den Parametern auf **p1** bei Überfahren der nächsten Balise eine Positionsmeldung gesendet werden soll, zieht **t3** die nächste entsprechende Anregung von **mbt** ab, erzeugt eine interne Anforderung für eine Positionsmeldung auf **p4** und setzt den entsprechenden Parameterwert in der Marke auf **p1** zurückgesetzt.

Falls gemäß den Parametern auf **p1** bei Empfang jedes Fahrauftrages mit oder ohne Anforderung einer Quittierung eine Positionsmeldung gesendet werden soll, zieht **t5** jede entsprechende Anregung vom internen Bus **f8** ab und erzeugt eine interne Anforderung für eine Positionsmeldung auf **p4**.

Falls gemäß den Parametern auf **p1** bei Empfang jedes Fahrauftrages ohne Anforderung einer Quittierung eine Positionsmeldung gesendet werden soll, zieht **t6** jede entsprechende Anregung vom internen Bus **f8** ab und erzeugt eine interne Anforderung für eine Positionsmeldung auf **p4**.

5.6.2.1 Send at Special Moment / Location



7.3.3 Dekompogramm

Auf dieser Seite wird die Struktur der Netze des Onboard-Modells, wie sie sich aus der Modellierung mit Verfeinerungen durch Unternetze ergibt, abgebildet.

Die obere Ebene bildet der Interface Layer, der im wesentlichen die Unternetze in zwei Gruppen trennt.

Die erste Gruppe besteht aus den Netzebenen, die die Anwendungslogik (Application Layer) beschreiben. Sie ist ihrerseits aufgeteilt in Netze, die für eine zweckmäßige Kommunikation des Onboard-Systems nach außen, Telegramme von bzw. zur jeweiligen Schnittstelle allgemein vor- bzw. nachverarbeiten (Postprocess..., Preprocess...) und Netze, die die Hauptverarbeitung abbilden. Ihre obere Ebene ist das Process - Modell, das die eigentliche Funktionalität und Ablauflogik der Informationsverarbeitungsprozesse im Onboard-Gerät. In ihm erfolgt die Aufteilung der Beschreibungsanteile auf Szenarios und globale Funktionen. Die Szenarios werden nach den Ausrüstungsebenen von ETCS gruppiert.

Diese genannten Netze haben ausschließlich strukturierenden Charakter. Die entsprechende Funktionalität ist in den jeweils untergeordneten Netzen zu finden.

Die neben der Anwendungslogik zweite große Gruppe von Netzen beschreibt die Schnittstellen der angrenzenden Umgebung, um eine Testumgebung zur Simulation zu schaffen. Jeder Schnittstelle ist ein entsprechendes Onboard Test Environment Netz zugeordnet

