

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Fragestellung und Beitrag der Arbeit	4
1.3	Vorgehensweise - Aufbau der Arbeit	5
2	Grundlagen	7
2.1	Kommunikation im Fahrzeug	7
2.1.1	E/E-Architekturen	7
2.1.2	Automotive Gateways	8
2.1.3	Anforderungskategorien für Automotive Gateways	11
2.2	Busprotokolle im Automobilbereich	13
2.2.1	Controller Area Network (CAN)	14
2.2.2	Local Interconnect Network (LIN)	17
2.2.3	FlexRay	19
2.2.4	Ethernet und TCP/IP im Fahrzeug	22
2.3	Betriebssysteme & Kommunikationsstacks für Kraftfahrzeuge	23
2.3.1	Der OSEK/VDX-Standard	24
2.3.2	Kommunikationsmechanismen bei OSEK/VDX	25
2.3.3	OSEK Erweiterungen	27
2.3.4	Das AUTOSAR Konsortium	28
2.3.5	Kommunikationsmechanismen bei AUTOSAR	30
2.4	Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation	33
2.4.1	Grundprinzipien und Kommunikationstypen	34
2.4.2	Applikationsklassifikation	37
2.4.3	IVC Besonderheiten und Herausforderungen	37
2.4.4	Regionale Fokussierung: USA, Japan und Europa	42
2.4.5	Routing und Forwarding in C2X-Netzen	43
2.5	Rekonfigurierbare Hardware	46
2.5.1	Hardware-Architektur	46
2.5.2	Toolflow und IP-Cores	48
2.6	Verwendete Hardwareplattformen	49
3	Stand von Forschung und Technik	51
3.1	Forschung im Umfeld von Automotive Gateways	51
3.2	Off-the-shelf Gateway Mikrocontroller	55
3.2.1	Ansätze und Trends	55

v

3.2.2	Freescal MPC5668G	56
3.2.3	NEC V850E/CAG4-M	56
3.2.4	Infineon XC2200 Serie	56
3.2.5	Freescal HSC12X	58
3.2.6	Infineon Tricore TC1130	59
3.3	Gateways auf rekonfigurierbarer Hardware	60
3.3.1	Hardware konfigurierbare Mikrocontroller	60
3.3.2	Forschungsansatz - Optimales Gatewaydesign	61
3.3.3	Forschungsansatz - Bosch Gateway	66
3.4	C2X-Kommunikation - Stand der Technik	71
3.4.1	Forschungsaktivitäten	71
3.4.2	Projekte und Konsortien	76
3.4.3	COMeSafety	81
3.4.4	Routing und Forwarding	85
3.4.5	Testplattformen	88
4	Kommunikationsmodell	91
4.1	Signale und Transmissionen	91
4.2	Busse und Frames	94
4.3	Informationsaustausch zwischen Bussen	96
4.3.1	Mappings	96
4.3.2	Routing	99
4.4	Sendetypen	101
4.4.1	Eigenschaftsdefinitionen	101
4.4.2	Ausgewählte Sendetypen	102
4.4.3	Sendetypen und Bussysteme	103
5	Modulares Gateway Design - Intra Car Architektur	105
5.1	Systemarchitektur	106
5.1.1	Partitionierung und Systemkonzept	106
5.1.2	Intermodulkommunikation	109
5.1.3	Message RAM Modul - Botschafts- und Containerrouting	116
5.1.4	Routing Engine Modul - Signalrouting	140
5.1.5	Busschnittstellen	151
5.1.6	Applikationsmodul	167
5.1.7	CTRL Modul	171
5.2	Toolflow und automatisierte Generierung	173
5.2.1	Gesamtsicht	173
5.2.2	FPGA Toolflow	175
5.2.3	Bibliothekskonzept	175
5.2.4	Automatische Generierung der Hardware Architektur	176
5.2.5	Toolflow für Applikationssoftware	187
5.2.6	Generierung der Routingkonfiguration	189
5.2.7	Generierung der Routingdaten und Gateway Performanz	190

5.3	Erweiterungen des Gateway Systems	192
5.3.1	Debug Schnittstellen zum GNoC	193
5.3.2	Portierbarkeit des Ansatzes - Altera vs. Xilinx Architekturen	197
5.3.3	Funktionsblöcke in Hardware - HA-Modul	203
5.4	Funktionale Validierung	205
5.4.1	C-Klasse Demonstrator	205
5.4.2	Zentraler Body Controller - SL Demonstrator	209
6	Modulares Gateway Design - Inter Car Architektur	217
6.1	Von Intra-Car zu Inter-Car Kommunikation	217
6.2	Systemkonzept	220
6.2.1	E/E Anbindung - Backbone und zentraler Gateway	220
6.2.2	Modularisierung und Partitionierung	220
6.2.3	Verarbeitungsschritte und Priorisierung	223
6.3	Systemarchitektur	224
6.3.1	Erweiterung des BusNoCs	224
6.3.2	Modul-Template - Basisfunktionalität	235
6.3.3	Hardwareanbindung des Funkkanals (MAC/PHY)	237
6.3.4	Message Evaluation Modul	240
6.3.5	Routing Modul	242
6.3.6	Sicherheitskonzept	259
6.3.7	Information Processing Modul - IPM	264
6.3.8	Kopplung an Intra-Car Gateway	272
6.4	Erweiterungen des C2X-Systems	273
6.4.1	Toolflow	273
6.4.2	Laufzeitrekonfiguration der Hardware	276
6.5	Funktionale Validierung	282
6.5.1	C2X-Simulator	283
6.5.2	Szenarien	286
6.5.3	Systemarchitektur	289
6.5.4	Fahrzeugintegration und Demonstrator	291
7	Bewertung der Gesamtarchitektur	299
7.1	Betrachtung des Gesamtsystems	299
7.1.1	Intra-Car-Gateway Architektur	299
7.1.2	Inter Car Gateway Architektur	305
7.1.3	Vorteile der priorisierten Übertragung im C2X System	307
7.1.4	Domänenübergreifende Kommunikation	308
7.2	Vergleichende Einordnung	310
7.2.1	Gateway Architektur	310
7.2.2	Toolflow	314
7.2.3	AUTOSAR Anbindung	316
7.2.4	C2X-Forschung	317

8	Schlußfolgerung und Ausblick	319
	Verzeichnisse	323
	Abbildungsverzeichnis	323
	Tabellenverzeichnis	327
	Abkürzungsverzeichnis	329
	Literatur- und Quellennachweise	337
	Betreute studentische Arbeiten	357
	Eigene Veröffentlichungen	361