

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
1.1 Motivation und Ziele	1
1.2 Verteilte Mikrofone im Fokus der Sprachsignalverarbeitung im Automobil . .	3
1.3 Neue Beiträge innerhalb dieser Arbeit	5
1.4 Gliederung der vorliegenden Arbeit	7
1.5 Konventionen	8
2 Akustische und raumakustische Grundlagen	9
2.1 Raumimpulsantwort	9
2.2 Schallaufnahme durch Mikrofone	11
2.2.1 Mikrofonrichtcharakteristik	12
2.2.2 Mikrofonanordnung	13
2.3 Kohärenz bei Signalen verteilter Mikrofone	14
2.3.1 Definition der Kohärenz	14
2.3.2 Bedeutung und Schätzung der Kohärenz	16
3 Grundlagen der Verarbeitung und Verbesserung von Sprachsignalen	19
3.1 Signalverarbeitung im diskreten Kurzzeit-Fourier-Transformationsbereich . .	19
3.1.1 Definition und Interpretation der Kurzzeit-Fourier-Transformation . .	20
3.1.2 Analyse-Synthese-System	21
3.1.3 Konkrete Realisierung	22
3.2 Signalmodell	23
3.3 Schätzung der spektralen Signalleistungsdichte	24
3.4 Schätzung der Geräuschleistungsdichte	26
3.4.1 Schätzverfahren basierend auf der Verfolgung von Minima	26
3.4.2 Geräuschleistungsschätzung durch rekursive zeitliche Mittelung . . .	27
3.5 Signal-zu-Rauschleistungsverhältnis und dessen Schätzung	29
3.6 Einkanalige Verfahren zur Geräuschreduktion	31
3.6.1 Grundlegende Geräuschreduktionsstruktur	31
3.6.2 Spektrale Subtraktion	32
3.6.3 Wiener-Optimalfilterung	34
3.6.4 Weitere Methoden zur einkanaligen Geräuschreduktion	36
3.7 Mehrkanalige Sprachsignalverbesserung	37
3.7.1 Adaptive Geräuschkompensation	38
3.7.2 Beamforming-Verfahren	39
3.7.3 Weitere Methoden zur mehrkanaligen Geräuschreduktion	42

3.7.4	Zusammenfassung	43
4	Qualitätsbewertung für mehrkanalige Sprachsignalverarbeitung	45
4.1	Methodik der Signalsynthese und -evaluierung in mehrkanaligen Systemen	46
4.1.1	Generierung synthetischer Mikrofonssignale	47
4.1.2	Beschreibung der Signalkomponenten-Messdatenbasis	49
4.1.3	Beschreibung konkret simulierter Szenarien zur Evaluierung	50
4.1.4	Einfluss der Verarbeitung auf die Signalkomponenten	51
4.2	Instrumentelle Qualitätsmaße	54
4.2.1	Segmentelle Sprachsignalverzerrung	55
4.2.2	Wahrnehmungsbasierte Bewertung der Sprachsignalqualität	56
4.2.3	Segmentelle Übersprechdämpfung	58
4.2.4	Verbesserung des Signal-zu-Rauschleistungsverhältnisses	59
4.3	Fehlermaße zur Bewertung von Methoden zur Sprecheraktivitätsdetektion	59
4.4	Zusammenfassung	62
5	Sprecheraktivitätsdetektion mit sprecherzugeordneten Mikrofonen	63
5.1	Auswertung von Leistungsverhältnissen zur Detektion aktiver Sprecher	64
5.1.1	Schätzung von Leistungsverhältnissen	65
5.1.2	Einfluss der Raumakustik	67
5.1.3	Gesamtstruktur zur Sprecheraktivitätsdetektion	68
5.2	Grundlegende vollbandige Detektion von aktiven Sprechern	69
5.2.1	Zuordnung eines Schallereignisses zu einem Mikrofon	69
5.2.2	Detektion von paralleler Sprecheraktivität	71
5.3	Erweiterte vollbandige musterbasierte Sprecheraktivitätsdetektion	74
5.3.1	Berechnung von spektralen Mustern	75
5.3.2	Erstellung eines Referenz-Musterdatensatzes	77
5.3.3	Definition eines Distanzmaßes	79
5.3.4	Ableitung einer vollbandigen Sprecheraktivitätsdetektion	80
5.4	Frequenzselektive Sprecheraktivitätsdetektion	81
5.4.1	Modellierung von Leistungsverhältnissen	82
5.4.2	Verfahren	84
5.5	Analyse der Sprecheraktivitätsdetektion	86
5.6	Zusammenfassung	87
6	Störsprecherunterdrückung mit sprecherzugeordneten Mikrofonen	89
6.1	Zweistufige Störsprecherkompensationsstruktur	90
6.1.1	Nutzsignalblockierung	92
6.1.2	Störsignalkompensation	93
6.1.3	Analyse	94
6.2	Adaptionskontrolle durch optimale Schrittweite	98
6.2.1	Allgemeine Herleitung einer optimalen Schrittweite	99
6.2.2	Abschätzung der optimalen Schrittweite	102
6.3	Vergleichende Analyse von Methoden zur Schrittweitensteuerung	105

6.4	Reduzierung des Restübersprechens	108
6.4.1	Geeignet erweiterte Wiener-Nachfilterung	108
6.4.2	Direkte Schätzung des Restübersprechens	110
6.4.3	Schätzung von Übersprechen mittels Kopplungsfaktoren	112
6.4.4	Kombiniertes Verfahren zur Schätzung des Übersprechens und Analyse	114
6.5	Analyse der Gesamtstruktur	115
6.6	Zusammenfassung	117
7	Selektive Kombination von Mikrofonsignalen	119
7.1	Struktur zur Kombination mehrerer Mikrofonsignale	120
7.2	Automatische Verstärkungsregelung	122
7.3	Dynamische Geräuschreduktion	123
7.3.1	Dynamische Maximaldämpfung	124
7.3.2	Bestimmung einer Geräuschleistungsreferenz	126
7.4	Frequenzselektive Mikrofonsignalkombination	128
7.5	Analyse der Signalkombination	131
7.6	Zusammenfassung	133
8	Generisches Gesamtsystem für sprecherzugeordnete Mikrofone	135
8.1	Beschreibung der Struktur und Verarbeitung	135
8.2	Generische Realisierung	139
8.3	Anwendungsbeispiel und Analyse	139
8.4	Zusammenfassung	142
9	Zusammenfassung	143
A	Beispiel zur Berechnung eines Skalierungsfaktors für ein Synthesefenster	147
B	Messumgebung zur Erstellung einer Signalkomponentendatenbasis	149
C	Schätzung eines maximalen Signalleistungsverhältnisses	151
	Abkürzungen, Formelzeichen und spezielle Symbole	153
	Literaturverzeichnis	171
	Eigene Publikationen	185