

# **Strategien zur Strahlformung bei Zeitduplex-Mobilfunksystemen**

Von der Fakultät für Ingenieurwissenschaften der  
Universität Duisburg-Essen  
zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

genehmigte Dissertation

von

Dipl.-Ing. Arjang Hessamian-Alinejad

aus

Teheran

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Jung

Korreferent: Prof. Dr. Alex Gershman

Tag der mündlichen Prüfung: 5. März 2007



Selected Topics in Communications Technologies

**Arjang Hessamian-Alinejad**

**Strategien zur Strahlformung  
bei Zeitduplex-Mobilfunksystemen**

Shaker Verlag  
Aachen 2007

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Duisburg-Essen, Univ., Diss., 2007

Copyright Shaker Verlag 2007

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-6220-4

ISSN 1860-2800

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# Zusammenfassung

Der Mobilfunk hat sich seit der Einführung von GSM im Jahre 1992 zu einem der weltweit wichtigsten Märkte entwickelt [Cor01]. Vorhersagen gehen davon aus, dass in etwa zehn Jahren achtzig Prozent aller Telefongespräche über Mobilfunksysteme geführt werden [SAS05]. Weiterhin steigt der Bedarf nach drahtlosen Multimedia-Anwendungen und somit nach immer höheren Informationsraten. Zur Deckung des steigenden Bedarfs nach immer höheren Informationsraten bei einer wachsenden Anzahl der Mobilfunkteilnehmer müssen existierende sowie zukünftige Mobilfunksysteme geeignete Übertragungstechniken einsetzen. Ein geeignetes übertragungstechnisches Konzept zur Erhöhung der Informationsrate ist die Verwendung von intelligenten Antennen, die seit gut vier Jahren für UMTS und in jüngster Zeit für zukünftige Mobilfunksysteme diskutiert wird. Durch Strahlformung kann die Hauptkeule der Strahlungscharakteristik einer intelligenten Antenne in die Richtung des aktiven Mobilfunkteilnehmers gesteuert und somit die Nachrichtenübertragung gezielt auf die entsprechende Richtung beschränkt werden.

Ein Nachteil der herkömmlichen Strahlformungsverfahren wie beispielsweise der konventionelle Strahlformer oder der MVDR-Strahlformer liegt darin, dass sie durch eine irreguläre Abtastung des Raumes gekennzeichnet sind. Dies führt in der Regel zu aufwändigen Empfängerkonzepten. In der vorliegenden Arbeit stellt der Autor ein neuartiges Strahlformungskonzept vor, das auf einer regulären Abtastung des Raumes (engl. „Regular Spatial Sampling“, RSS) beruht und aus diesem Grund RSS-Strahlformung genannt wird. Ein wichtiger Vorteil der RSS-Strahlformung ist, dass sie keine Kenntnis über die Position der Mobilfunkteilnehmer benötigt und somit aufwandsünstig realisiert werden kann.

In der vorliegenden Arbeit werden vom Autor entsprechende auf RSS-Strahlformung basierende Kanalschätz-, Datendetektions- und Richtungsschätzverfahren hergeleitet. Das Verhalten der entsprechenden Verfahren wird vom Autor in der Auf- und Abwärtsstrecke der schmalbandigen Betriebsart UTRA LCR TDD des UMTS-Standards durch Simulation untersucht. Die erhaltenen Ergebnisse gelten grundsätzlich für alle Zeitduplexsysteme in qualitativer Weise. Es wird vom Autor gezeigt, dass das RSS-Strahlformungskonzept erfolgversprechend ist. Bei Verwendung von RSS-Strahlformung kann ein deutlicher Gewinn gegenüber Konzepten mit einer einzelnen omnidirektionalen Antenne erzielt werden. Durch Simulation wird gezeigt, dass zur RSS-Strahlformung die Verwendung von Gruppenantennen mit vier beziehungsweise acht Antennenelementen geeignet ist.

Weiterhin stellt der Autor ein Konzept zur Implementierung der RSS-Strahlformungsverfahren in einem Demonstrator vor. Es wird gezeigt, dass die Implementierung des RSS-Strahlformungskonzepts im Sender auf einem und im Empfänger auf nur drei kommerziell heute verfügbaren digitalen Signalprozessoren möglich ist. Weiterhin wird eine Festkomma-Implementierung der für den Demonstrator notwendigen Funktionseinheiten vorgenommen und durch Simulationen die Robustheit der Festkomma-Implementierung des RSS-Strahlformungskonzepts gezeigt.



# Abstract

Since the introduction of GSM in 1992, mobile communications have developed to one of the worldwide most important markets [Cor01]. Predictions assume, that in about ten years eighty percent of all telephone calls are accomplished by mobile radio systems [SAS05]. Furthermore, the market for wireless multimedia applications and therewith for increasing information rates is growing. In order to cover the market for increasing information rates at simultaneously growing number of the mobile users, existing as well as future mobile radio systems must deploy suitable data transmission techniques. One suitable data transmission technique for increasing the information rate makes use of intelligent antennas, which have been discussed for about four years for UMTS and recently for future mobile communication systems. Intelligent antennas allow the realization of beamforming. Beamforming facilitates the steering of the main lobe of the radiation pattern of an intelligent antenna in the direction of the active mobile user and therefore the confinement of the transmission to the respective direction.

A known disadvantage of the conventional beamforming techniques, as for example the conventional beamformer or the MVDR Beamformer, is that they perform an irregular spatial sampling. Usually, this leads to costly receiver concepts. In the present work, the author introduces a novel beamforming concept, which is based on Regular Spatial Sampling (RSS) and, hence, is called RSS-beamforming. RSS-beamforming does not require any knowledge about the position of the mobile users. This is an important advantage, facilitating a realization at low cost.

In the present work, the author presents a derivation of the channel estimation, the data detection and the direction-of-arrival estimation techniques, which are tailored to RSS-beamforming. The behavior of the respective techniques is investigated by the author in the uplink and downlink of the narrowband UTRA LCR TDD mode of UMTS by means of simulations. The obtained results are valid in a qualitative context for all time domain duplex systems. The author shows, that the RSS-beamforming concept is promising. The RSS-beamforming concept allows a significant gain compared to concepts employing a single omni-directional antenna. It is shown by means of simulations that for RSS-beamforming, the use of four or eight antenna elements is suitable.

Furthermore, the author presents a concept per group antenna implementing of the RSS-beamforming technique in a demonstrator. It is shown, that the implementation of the RSS-beamforming technique in the transmitter requires only a single digital signal processor, commercially available today. In the receiver only three digital signal processors are needed. Furthermore, the fixed-point implementing of physical layer and medium access control (MAC) layer functions required for the demonstrator will be presented and the corresponding performance results, which were obtained by computer simulations, will be shown and discussed.





# Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Kommunikationstechnik der Fakultät für Ingenieurwissenschaften der Universität Duisburg-Essen.

Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Jung, dem Leiter des Lehrstuhls für Kommunikationstechnik der Fakultät für Ingenieurwissenschaften der Universität Duisburg-Essen, danke ich herzlich für die interessante Aufgabenstellung und die engagierte Betreuung der vorliegenden Arbeit. Seine zahlreichen Anregungen und Vorschläge sowie seine stete Unterstützung bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung trugen wesentlich zur Erstellung der vorliegenden Arbeit bei.

Für die Übernahme des Korreferats und die damit verbundenen Mühen möchte ich Herrn Prof. Dr. Alex Gershman, dem Leiter des Fachgebiets Nachrichtentechnische Systeme des Instituts für Nachrichtentechnik der Technischen Universität Darmstadt, meinen Dank aussprechen. Seine interessanten Anregungen und Verbesserungsvorschläge verliehen dieser Arbeit ein weitaus größeres Gewicht.

Weiterhin danke ich den Mitgliedern meiner Prüfungskommission, Herrn Prof. Dr.-Ing. Klaus Solbach, Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Herbertz und Herrn Prof. Dr. rer. nat. habil. Dieter Jäger, für die interessanten fachlichen Diskussionen über diese Arbeit.

Des Weiteren danke ich allen meinen Kolleginnen und Kollegen, Heribert Annen, Zijian Bai, Guido Bruck, Admir Burnic, Bärbel Clausen, Prof. em. Dr.-Ing. Gerhard Dickopp, Amr Eltahir, Thomas Faber, Friedhelm Fehr, Sabine Jankowski, Erika Pauli, Tobias Scholand, Achim Seebens, Christoph Spiegel, Alexander Vießmann und Andreas Waadt für die sehr angenehme Arbeitsatmosphäre und die ausgezeichnete Zusammenarbeit. Insbesondere möchte ich mich bei den Herren Achim Seebens, Tobias Scholand, Thomas Faber und Admir Burnic für die in diese Arbeit eingeflossenen fachlichen Diskussionen und Anregungen bedanken. Ebenso möchte ich Frau Bärbel Clausen und Frau Sabine Jankowski für ihre Hilfe beim Korrekturlesen der vorliegenden Arbeit danken. Besonderer Dank geht an meinen Zimmerkollegen Achim Seebens.

Dank gilt allen Studierenden, deren Studien- und Diplomarbeiten zur Entstehung dieser Arbeit beitrugen. Insbesondere sind die Herren Kolja Sören Eger, Shangbo Wang und Diego Witte zu benennen.

Weiterhin bedanke ich mich bei den Projektpartnern des Lehrstuhls für Kommunikationstechnik für die fruchtbare Zusammenarbeit, insbesondere bei den Teammitgliedern der GSR („Global Standards and Research“) der Firma Samsung Electronics in Suwon/Korea, der A&D („Automation And Drive“) der Firma Siemens, der Björn-Steiger-Stiftung Service GmbH und des Fraunhofer-Instituts für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (IMS), Duisburg.

Schließlich bedanke ich mich bei meiner Familie und bei allen meinen Freunden für ihr Verständnis und ihre Unterstützung während der Fertigstellung dieser Arbeit.

Duisburg, im April 2007

Arjang Hessamian-Alinejad



*Für meine Familie*



# Inhaltsverzeichnis

<b>Häufig verwendete Größen und Symbole.....</b>	<b>1</b>
<b>Häufig verwendete Abkürzungen.....</b>	<b>21</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>27</b>
1.1 Strahlformung mit Mehrantennensystemen.....	27
1.1.1 Entwicklung von Mobilfunksystemen zur Realisierung von höherrätigen Diensten.....	27
1.1.2 Bekannte Lösungswege .....	34
1.1.3 Verbesserungspotential.....	45
1.2 Ziel, Aktivitäten und wichtige Ergebnisse der Arbeit .....	51
1.3 Gliederung der Arbeit .....	53
<b>2 Modelle des Mobilfunkkanals .....</b>	<b>55</b>
2.1 Übersicht.....	55
2.2 Anforderungen und Bewertungskriterien .....	55
2.3 Modelle ohne räumliche Anisotropie.....	61
2.3.1 Idealisieretes Modell .....	61
2.3.2 ETSI-Modell.....	61
2.4 Modelle mit räumlicher Anisotropie.....	62
2.4.1 „Kaiserslautern“-Modell.....	62
2.4.2 3GPP-Modell.....	72
2.5 Modell für die Ultrabreitband-Kommunikation.....	78
2.5.1 Modell ohne räumliche Anisotropie.....	78
2.5.2 Modell mit räumlicher Anisotropie.....	84
2.6 Bewertung .....	90
<b>3 Zeitdiskrete Systemmodellierung .....</b>	<b>93</b>
3.1 Übersicht.....	93
3.2 Zeitdiskretes Systemmodell eines Multiple-Input-Multiple-Output (MIMO)- Systems .....	93
3.3 Allgemeines hybrides Vielfachzugriffsverfahren.....	98
3.4 Geometrische Anordnung von Antennen in einer Gruppenantenne .....	107
3.5 Zeitdiskretes Systemmodell in der Aufwärtsstrecke.....	113
3.6 Zeitdiskretes Systemmodell in der Abwärtsstrecke.....	121

3.7	Beschreibung der Burst-Struktur.....	127
<b>4</b>	<b>Strahlformung unter Berücksichtigung einer regulären Abtastung des Raumes .....</b>	<b>129</b>
4.1	Übersicht .....	129
4.2	Prinzip der RSS-Strahlformung.....	130
4.3	RSS-Strahlformung in der Aufwärtsstrecke.....	136
4.3.1	Kanalschätzung.....	136
4.3.2	Datendetektion .....	150
4.3.3	Empfangsrichtungsschätzung .....	161
4.3.4	Adaption der Strahlungscharakteristik der Gruppenantenne durch iterative Rotation.....	183
4.4	RSS-Strahlformung in der Abwärtsstrecke .....	185
4.4.1	Einstellung von Strahlformungsgewichten .....	185
4.4.2	Kanalschätzung .....	187
4.4.3	Datendetektion .....	188
4.5	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	200
<b>5</b>	<b>Implementierungsaspekte .....</b>	<b>205</b>
5.1	Übersicht .....	205
5.2	Aufwandsgünstige Realisierung des RSS-Kanalschätzers.....	205
5.3	Implementierung des RSS-Strahlformers auf einem DSP-System .....	209
5.4	Untersuchung von Quantisierungseffekten auf das Verhalten des RSS- Strahlformers .....	218
5.5	Zusammenfassung .....	220
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>223</b>
6.1	Zusammenfassung .....	223
6.2	Ausblick.....	226
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>227</b>

# Häufig verwendete Größen und Symbole

$\mathbf{0}_W$	$W \times W$ Nullmatrix
$\mathbf{I}_K$	$K \times 1$ Einsvektor
$a_0$	konstante mittlere Dämpfung
$a^{(k_T)}$	mittlere Dämpfung der $k_T$ -ten Teilwelle
$a^{(k_C, k_T)}$	mittlere Dämpfung der $k_T$ -ten Teilwelle im $k_C$ -ten Cluster
$\underline{b}_{S, \text{RSS}}^{(k_E, n_B)}$	Steuergewicht des RSS-Strahlformers an der $k_E$ -ten Empfangsantenne für die $n_B$ -te Hauptstrahlrichtung
$\underline{b}_S^{(k, k_E, k_R)}$	Steuergewicht für den $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer in der $k_R$ -ten Hauptempfangsrichtung an der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{b}$	beliebiger komplexer $KK_R W \times 1$ -Vektor
$\underline{b}_S^{(k, k_1)}$	Steuervektor für den $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer in der Richtung des $k_1$ -ten Störers
$\underline{b}_S^{(k, k_R)}$	Steuervektor der Gruppenantenne für den $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer in der $k_R$ -ten Hauptempfangsrichtung
$c$	Ausbreitungsgeschwindigkeit der Funkwelle (Lichtgeschwindigkeit)
$\underline{c}_{i,q}^{(k)}$	das $q$ -te Element des CDMA-Codes im Frequenzbereich
$\underline{c}_{i,q}^{(k)}$	das $q$ -te Element des CDMA-Codes im Zeitbereich, auch als das $q$ -te Chip des CDMA-Codes im Zeitbereich bezeichnet
$\underline{c}_f^{(k)}$	teilnehmerspezifischer CDMA-Code im Frequenzbereich
$\underline{c}_t^{(k)}$	teilnehmerspezifischer CDMA-Code im Zeitbereich
$\hat{\underline{d}}_{f, \text{RSS}, q, n}$	das $n$ -te Element der detektierten kombinierten Symbolfolge $\hat{\underline{d}}_{f, \text{RSS}, q}$
$\underline{d}_{f,n}^{(k)}$	das $n$ -te Element der Symbolfolge $\underline{d}_f^{(k)}$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\hat{\underline{d}}_{f,n}^{(k)}$	das $n$ -te Element der Schätzung $\hat{\underline{d}}_f^{(k)}$ der Symbolfolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\hat{\underline{d}}_{f,q,n}^{(k)}$	das $n$ -te Element der detektierten Symbolfolge $\hat{\underline{d}}_{f,q}^{(k)}$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}_{f, \text{gespr}, n}^{(k)}$	das $n$ -te Element der frequenzgespreizten Symbolfolge $\underline{d}_{f, \text{gespr}}^{(k)}$ .
$\underline{d}_n$	das $n$ -te Datensymbol des Datenvektors $\underline{d}$

$\hat{\underline{d}}_n$	Schätzung des $n$ -ten Datensymbols
$\underline{d}_n^{(k,1)}$	das $n$ -te Datensymbol der ersten Datenfolge eines Bursts des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}_n^{(k,2)}$	das $n$ -te Datensymbol der zweiten Datenfolge eines Bursts des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}_{t,n}^{(k)}$	das $n$ -te Element der Symbolfolge $\underline{d}_t^{(k)}$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers im Zeitbereich
$\underline{d}_{t,\text{gespr},n}^{(k)}$	das $n$ -te Element der zeitgespreizten Symbolfolge $\underline{d}_{t,\text{gespr}}^{(k)}$
$d_{\text{SE}}$	Abstand zwischen dem Sender und dem Empfänger
$\underline{d}_{\text{S,ges},n}$	das $n$ -te Element der Gesamtsendefolge $\underline{d}_{\text{S,ges}}$
$\underline{d}_{\text{S,ges},n}^{(k_s)}$	das $n$ -te Element der Gesamtsendefolge $\underline{d}_{\text{S,ges}}^{(k_s)}$ an der $k_s$ -ten Sendeantenne
$\underline{d}_{\text{S},n}^{(k)}$	das $n$ -te Element der Sendefolge $\underline{d}_{\text{S}}^{(k)}$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}_{\text{S},n}^{(k_s)}$	das $n$ -te Element der Sendefolge $\underline{d}_{\text{S}}^{(k_s)}$ an der $k_s$ -ten Sendeantenne, kurz das $n$ -te Sendesymbol
$\underline{d}_{\text{S},n}^{(k,1)}$	das $n$ -te Element der ersten Sendefolge $\underline{d}_{\text{S}}^{(k,1)}$ eines Bursts des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}_{\text{S},n}^{(k,2)}$	das $n$ -te Element der zweiten Sendefolge $\underline{d}_{\text{S}}^{(k,2)}$ eines Bursts des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}$	Datenvektor
$\hat{\underline{d}}$	Schätzung des Datenvektors
$\underline{d}_f$	kombinierte Symbolfolge
$\hat{\underline{d}}_f$	ML-Schätzung der kombinierten Symbolfolge
$\hat{\underline{d}}_{f,\text{RSS}}$	ML-Schätzung der kombinierten Symbolfolge unter der Berücksichtigung von RSS-Strahlformung, kurz RSS-Schätzung der kombinierten Symbolfolge
$\hat{\underline{d}}_{f,\text{RSS,q}}$	detektierte kombinierte Symbolfolge unter der Berücksichtigung von RSS-Strahlformung, kurz detektierte kombinierte Symbolfolge
$\underline{d}_f^{(k)}$	Symbolfolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\hat{\underline{d}}_f^{(k)}$	Schätzung der Symbolfolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers



$\hat{\underline{d}}_{r,q}^{(k)}$	detektierte Symbolfolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}_{r,\text{gespr.}}^{(k)}$	frequenzgespreizte Symbolfolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}_t^{(k)}$	Symbolfolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers im Zeitbereich
$\underline{d}_{t,\text{gespr.}}^{(k)}$	zeitgespreizte Symbolfolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}_s$	kombinierter Sendevektor
$\underline{d}_s^{(k)}$	Sendefolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}_s^{(k_s)}$	Sendevektor an der $k_s$ -ten Sendeantenne, kurz Sendevektor
$\underline{d}_s^{(k,1)}$	erste Sendefolge eines Bursts des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}_s^{(k,2)}$	zweite Sendefolge eines Bursts des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{d}_{s,\text{ges.}}$	Gesamtsendefolge
$\underline{d}_{s,\text{ges.}}^{(k_s)}$	Gesamtsendefolge an der $k_s$ -ten Sendeantenne
$\underline{d}_{s,\text{DS-CDMA}}^{(k)}$	Sendefolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers bei Verwendung von DS-CDMA
$\underline{d}_{s,\text{FFH/OFDM}}^{(k)}$	Sendefolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers bei Verwendung von FFH/OFDM
$\underline{d}_{s,\text{MC-CDMA}}^{(k)}$	Sendefolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers bei Verwendung von MC-CDMA
$\underline{d}_{s,\text{MC-DS-CDMA}}^{(k)}$	Sendefolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers bei Verwendung von MC-DS-CDMA
$\underline{d}_{s,\text{OFDM}}^{(k)}$	Sendefolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers bei Verwendung von konventionellem OFDM
$\underline{e}^{(k_E)}(t)$	Empfangssignal an der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{e}_{d,n}$	das $n$ -te Element der empfangenen kombinierten Symbolfolge $\underline{e}_d$
$\underline{e}_{d,m,l}^{(n_B)}$	das $l$ -te Element der empfangenen Mittambelfolge $\underline{e}_{d,m}^{(n_B)}$ aus der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung
$\underline{e}_{m,l}^{(k_E)}$	das $l$ -te Element der empfangenen Mittambelfolge $\underline{e}_m^{(k_E)}$ an der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{e}_n^{(k_E)}$	das $n$ -te Element des Empfangsvektors $\underline{e}^{(k_E)}$ an der $k_E$ -ten Empfangsantenne

$\underline{e}_{(k-1)N_c+n_c}$	Einheitsvektor, enthält an seinem $((k-1)N_c+n_c)$ -ten Element eine Eins und an seinen restlichen Elementen jeweils eine Null
$\underline{e}$	kombinierter Empfangsvektor
$\underline{e}^{(k_E)}$	Empfangsvektor an der $k_E$ -ten Empfangsantenne, kurz Empfangsvektor
$\underline{e}_d$	empfangene kombinierte Symbolfolge
$\underline{e}_d^{(k)}$	empfangene Gesamtsymbolfolge an der Empfangsantenne des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers, kurz empfangene Gesamtsymbolfolge
$\underline{e}_m$	kombinierte empfangene Mittambefolge
$\underline{e}_m^{(k)}$	die zur Kanalschätzung des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers verwendete empfangene Gesamtmittambefolge, kurz empfangene Gesamtmittambefolge
$\tilde{\underline{e}}_m^{(k)}$	empfangene Gesamtmittambefolge an der Empfangsantenne des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{e}_m^{(k_E)}$	empfangene Mittambefolge an der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{e}_{d,m}^{(n_B)}$	empfangene Mittambefolge aus der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung $\beta_{RSS}^{(n_B)}$ des RSS-Strahlformers, kurz die empfangene Mittambefolge aus der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung
$f_C$	Abtastrate
$f_0$	Trägerfrequenz
$f_D$	Dopplerfrequenz
$f_D^{(k_\tau)}$	Dopplerfrequenz der $k_\tau$ -ten Teilwelle
$f_D^{(k_c, k_\tau)}$	Dopplerfrequenz der $k_\tau$ -ten Teilwelle im $k_c$ -ten Cluster
$g_d(\varphi)$	Strahlungscharakteristik der Empfangsgruppenantenne
$g_d^{(k_E)}(\varphi)$	Strahlungscharakteristik der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$h(\tau)$	reelle zeitinvariante Kanalimpulsantwort
$h_{BP}(\tau, t)$	zeitvariante Kanalimpulsantwort im Bandpassbereich
$\underline{h}(\tau, t)$	zeitvariante Kanalimpulsantwort im äquivalenten Tiefpassbereich, kurz zeitvariante Kanalimpulsantwort
$\underline{h}^{(k, k_E)}(\tau, t)$	zeitvariante Kanalimpulsantwort für den $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer an der $k_E$ -ten Empfangsantenne

$\underline{h}_{d,\text{RSS},w}$	das $w$ -te Element der kombinierten Kanalimpulsantwort $\underline{h}_{d,\text{RSS}}$ unter der Berücksichtigung von RSS-Strahlformung, kurz das $w$ -te Kanal-koeffizient
$\hat{\underline{h}}_{d,\text{RSS},w}$	das $w$ -te Element der RSS-Schätzung $\hat{\underline{h}}_{d,\text{RSS}}$ der kombinierten Kanalimpulsantwort, kurz die Schätzung des $w$ -ten Kanal-koeffizienten
$\underline{h}_{d,w}^{(n_B)}$	das $w$ -te Element der Kanalimpulsantwort $\underline{h}_d^{(n_B)}$ aus der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung $\beta_{\text{RSS}}^{(n_B)}$ des RSS-Strahlformers
$\underline{h}_{d,\text{int.},w}^{(k,n_C)}$	das $w$ -te Element der $n_C$ -ten interpolierten Kanalimpulsantwort $\underline{h}_{d,\text{int.}}^{(k,n_C)}$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{h}_{d,w}^{(k,k_R)}$	das $w$ -te Element der Kanalimpulsantwort $\underline{h}_d^{(k,k_R)}$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers aus der $k_R$ -ten Hauptempfangsrichtung
$\underline{h}_{d,w}^{(k,n_B)}$	das $w$ -te Element der Kanalimpulsantwort $\underline{h}_d^{(k,n_B)}$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers aus der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung $\beta_{\text{RSS}}^{(n_B)}$ des RSS-Strahlformers
$\underline{h}_w^{(k)}$	das $w$ -te Element der Kanalimpulsantwort $\underline{h}^{(k)}$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\hat{\underline{h}}_w^{(k)}$	das $w$ -te Element der Schätzung $\hat{\underline{h}}^{(k)}$ der Kanalimpulsantwort des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{h}_w^{(k_E,k_S)}$	das $w$ -te Abtastwert des zeitdiskreten Mobilfunkkanals zwischen der $k_S$ -ten Sendeantenne und der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{h}^{(k)}$	mit dem $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer korrespondierende Kanalimpulsantwort, kurz Kanalimpulsantwort des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\hat{\underline{h}}^{(k)}$	die Schätzung der Kanalimpulsantwort des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{h}^{(k,k_S)}$	Kanalimpulsantwort zwischen der $k_S$ -ten Sendeantenne und der Empfangsantenne des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{h}^{(k_E,k_S)}$	Kanalimpulsantwortvektor zwischen der $k_S$ -ten Sendeantenne und der $k_E$ -ten Empfangsantenne, kurz Kanalimpulsantwort zwischen der $k_S$ -ten Sendeantenne und der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{h}_d$	kombinierte Kanalimpulsantwort
$\underline{h}_{d,\text{RSS}}$	kombinierte Kanalimpulsantwort unter der Berücksichtigung von RSS-Strahlformung
$\hat{\underline{h}}_d$	ML-Schätzung der kombinierten Kanalimpulsantwort

$\hat{\underline{h}}_{\text{d,RSS}}$	ML-Schätzung der kombinierten Kanalimpulsantwort unter der Berücksichtigung von RSS-Strahlformung, kurz RSS-Schätzung der kombinierten Kanalimpulsantwort
$\underline{h}_{\text{d}}^{(k_{\text{R}})}$	Kanalimpulsantwort aus der $k_{\text{R}}$ -ten Hauptempfangsrichtung
$\underline{h}_{\text{d}}^{(n_{\text{B}})}$	Kanalimpulsantwort aus der $n_{\text{B}}$ -ten Hauptstrahlrichtung $\beta_{\text{RSS}}^{(n_{\text{B}})}$ des RSS-Strahlformers
$\underline{h}_{\text{d,int.}}^{(n_{\text{C}})}$	interpolierte Kanalimpulsantwort in der $n_{\text{C}}$ -ten Testrichtung $\beta_{\text{RSS,Test}}^{(n_{\text{C}})}$ , kurz die $n_{\text{C}}$ -te interpolierte Kanalimpulsantwort
$\underline{h}_{\text{d,int.}}^{(k,n_{\text{C}})}$	interpolierte Kanalimpulsantwort des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers in der $n_{\text{C}}$ -ten Testrichtung $\beta_{\text{RSS,Test}}^{(n_{\text{C}})}$ , kurz die $n_{\text{C}}$ -te interpolierte Kanalimpulsantwort des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\hat{\underline{h}}_{\text{d}}^{(n_{\text{B}})}$	Schätzung der Kanalimpulsantwort aus der $n_{\text{B}}$ -ten Hauptstrahlrichtung $\beta_{\text{RSS}}^{(n_{\text{B}})}$ des RSS-Strahlformers
$\underline{h}_{\text{d}}^{(k,k_{\text{R}})}$	Kanalimpulsantwort des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers aus der $k_{\text{R}}$ -ten Hauptempfangsrichtung
$\underline{h}_{\text{d}}^{(k,n_{\text{B}})}$	Kanalimpulsantwort des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers aus der $n_{\text{B}}$ -ten Hauptstrahlrichtung $\beta_{\text{RSS}}^{(n_{\text{B}})}$ des RSS-Strahlformers
$j$	Wurzel aus minus eins (imaginäre Einheit)
$k_{\text{B}}$	Boltzmann-Konstante
$l_{\text{a}}$	Abstand zwischen zwei benachbarten Antennen einer Gruppenantenne bei einer regulären Antennengeometrie
$l^{(k_{\text{E}})}$	Abstand zwischen der $k_{\text{E}}$ -ten Empfangsantenne und dem Referenzpunkt der Gruppenantenne
$l_{\text{max,a}}$	maximaler Abstand zwischen zwei Antennen einer Gruppenantenne
$\underline{m}_{\text{ges},l}$	das $l$ -te Element der Gesamtmittambefolge $\underline{m}_{\text{ges}}$ .
$\underline{m}_i^{(k)}$	das $l$ -te Mittambelchips der Mittambefolge $\underline{m}^{(k)}$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{m}^{(k)}$	Mittambefolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{m}_{\text{ges}}$	Gesamtmittambefolge
$\underline{m}_{\text{ges}}^{(k_{\text{S}})}$	Gesamtmittambefolge an der $k_{\text{S}}$ -ten Sendeantenne
$\underline{n}_{\text{d},n}$	das $n$ -te Element des zur empfangenen kombinierten Symbolfolge $\underline{e}_{\text{d}}$ korrespondierenden Störvektors $\underline{n}_{\text{d}}$

$\underline{n}_{m,l}$	das $l$ -te Element des zur kombinierten empfangenen Mittambelfolge $\underline{e}_m$ korrespondierenden Störvektors $\underline{n}_m$
$\underline{n}_{m,l}^{(k_E)}$	das $l$ -te Element des zur empfangenen Mittambelfolge $\underline{e}_m^{(k_E)}$ an der $k_E$ -ten Empfangsantenne korrespondierenden Störvektors $\underline{n}_m^{(k_E)}$
$\underline{n}_n^{(k_E)}$	das $n$ -te Element des Störvektors $\underline{n}^{(k_E)}$ an der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{n}$	kombinierter Störvektor
$\underline{n}^{(k_E)}$	Störvektor an der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{n}_d$	der zur empfangenen kombinierten Symbolfolge $\underline{e}_d$ korrespondierende Störvektor
$\underline{n}_d^{(k)}$	der zur empfangenen Gesamtsymbolfolge $\underline{e}_d^{(k)}$ korrespondierende Störvektor
$\underline{n}_m$	der zur kombinierten empfangenen Mittambelfolge $\underline{e}_m$ korrespondierende Störvektor
$\underline{n}_m^{(k)}$	der zur empfangenen Gesamtmittambelfolge $\underline{e}_m^{(k)}$ korrespondierende Störvektor
$\tilde{\underline{n}}_m^{(k)}$	der zur empfangenen Gesamtmittambelfolge $\underline{e}_m^{(k)}$ an der Empfangsantenne des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers korrespondierende Störvektor
$\underline{n}_m^{(k_E)}$	der zur empfangenen Mittambelfolge $\underline{e}_m^{(k_E)}$ an der $k_E$ -ten Empfangsantenne korrespondierende Störvektor
$p(\underline{e}_d   \underline{d}_f)$	bedingten Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der empfangenen kombinierten Symbolfolge $\underline{e}_d$ unter der Bedingung, dass die kombinierte Symbolfolge $\underline{d}_f$ gesendet wurde
$p(\underline{e}_m   \underline{h}_d)$	bedingte Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der kombinierten empfangenen Mittambelfolge $\underline{e}_m$ unter der Bedingung, dass die Nachrichtenübertragung über die kombinierte Kanalimpulsantwort $\underline{h}_d$ erfolgt ist
$p(\underline{n}_d)$	Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion des zur empfangenen kombinierten Symbolfolge $\underline{e}_d$ korrespondierenden Störvektors $\underline{n}_d$ , kurz die Wahrscheinlichkeitsdichte $p(\underline{n}_d)$ der Störung $\underline{n}_d$
$p(\underline{n}_m)$	Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion des zur kombinierten empfangenen Mittambelfolge $\underline{e}_m$ korrespondierenden Störvektors $\underline{n}_m$ , kurz Wahrscheinlichkeitsdichte $p(\underline{n}_m)$ der Störung $\underline{n}_m$

$p(\tilde{\gamma}_b)$	Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion des Signal-zu-Stör-Abstands $\tilde{\gamma}_b$ am Ausgang des Datendetektors
$p^{(k_C, k_T)}$	Parameter, der die durch Reflexionen verursachte Phasendrehung der $k_T$ -ten Teilwelle im $k_C$ -ten Cluster berücksichtigt
$r_1^{(k_T)}$	auf die Länge ein Meter normierte Abstand zwischen dem Referenzpunkt der Sendegruppenantenne und dem $k_T$ -ten Streupunkt
$r_2^{(k_T)}$	auf die Länge ein Meter normierte Abstand zwischen dem $k_T$ -ten Streupunkt und dem Referenzpunkt der Empfangsgruppenantenne
$\underline{r}^{(k_E)}$	das zu einem festem Zeitpunkt empfangene Signal der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{r}_n^{(k_E)}$	das $n$ -te Element des Nutzdatenvektors $\underline{r}^{(k_E)}$ an der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{r}_n^{(k, k_E, k_R)}$	das $n$ -te Element des Nutzdatenvektors $\underline{r}^{(k, k_E, k_R)}$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers aus der $k_R$ -ten Hauptempfangsrichtung an der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{r}_{\text{ref}, n}^{(k, k_R)}$	das $n$ -te Element des Nutzdatenvektors $\underline{r}_{\text{ref}}^{(k, k_R)}$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers aus der $k_R$ -ten Hauptempfangsrichtung im Referenzpunkt der Empfangsgruppenantenne
$\underline{r}$	Antennenempfangsvektor
$\underline{r}^{(k_E)}$	Nutzdatenvektor an der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{r}^{(k, k_E, k_R)}$	Nutzdatenvektor des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers aus der $k_R$ -ten Hauptempfangsrichtung an der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{r}_n^{(k, k_R)}$	Nutzdatenvektor des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers aus der $k_R$ -ten Hauptempfangsrichtung
$\underline{r}_{\text{ref}}^{(k, k_R)}$	Nutzdatenvektor des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers aus der $k_R$ -ten Hauptempfangsrichtung im Referenzpunkt der Empfangsgruppenantenne
$s(t)$	zeitkontinuierliches Signal
$s(\varphi, t_0)$	raumkontinuierliches Signal
$t_0$	beliebiger fester Zeitpunkt
$t_n$	äquidistanter Zeitpunkt
$t_{\text{pSLP}}(\cdot)$	Interpolationsfunktion im Raumbereich

$v$	Geschwindigkeit des Mobilfunkteilnehmers
$v_{c,f,m}$	das $m$ -te Element des Symbolalphabets $\mathbb{V}_{c,f}$ des CDMA-Codes im Frequenzbereich
$v_{c,t,m}$	das $m$ -te Element des Symbolalphabets $\mathbb{V}_{c,t}$ des CDMA-Codes im Zeitbereich
$v_{d,m}$	das $m$ -te Element des Symbolalphabets $\mathbb{V}_d$ der Datensymbole
$v_{d_s,m}$	das $m$ -te Element des Symbolalphabets $\mathbb{V}_{d_s}$ der Sendesymbole
$v_{m,\mu}$	das $\mu$ -te Element des Symbolalphabets $\mathbb{V}_m$ der Mittambelchips
$\mathbf{v}_{C/I,d}^{(k)}$	Vektor der C/I des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\mathbf{v}_{C/I,d,int}^{(k)}$	Vektor der interpolierten C/I des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\mathbf{v}_{\text{SINR},d}^{(k)}$	Vektor der SINR des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\mathbf{v}_{\text{SINR},d,int}^{(k)}$	Vektor der interpolierten SINR des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{w}^{(k,k_E,k_R)}$	das $k_E$ -te Strahlformungsgewicht
$\underline{w}_S^{(k_s)}$	Strahlformungsgewicht der $k_s$ -ten Sendeantenne
$\underline{w}_S^{(k_s,n_B)}$	Strahlformungsgewicht an der $k_s$ -ten Sendeantenne für die $n_B$ -te Hauptstrahlrichtung, kurz das $n_B$ -te richtungsspezifische Strahlformungsgewicht der $k_s$ -ten Sendeantenne
$\underline{\mathbf{w}}^{(k,k_R)}$	Vektor der Strahlformungsgewichte
$\underline{\mathbf{w}}_{\text{KSF}}^{(k,k_R)}$	Gewichtsvektor des konventionellen Strahlformers
$\underline{\mathbf{w}}_{\text{NSF}}^{(k,k_R)}$	Gewichtsvektor des nullenstuernden Strahlformers
$\underline{\mathbf{w}}_S$	Gewichtsvektor
$\underline{\mathbf{A}}$	kombinierte Systemmatrix
$\underline{\mathbf{A}}^{(k_E,k_S)}$	Systemmatrix zwischen der $k_S$ -ten Sendeantenne und der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\underline{\mathbf{A}}_d$	kombinierte richtungsabhängige Systemmatrix
$\underline{\mathbf{A}}_{d,\text{RSS}}$	kombinierte richtungsabhängige Systemmatrix unter der Berücksichtigung von RSS-Strahlformung
$\hat{\underline{\mathbf{A}}}_{d,\text{RSS}}$	Schätzung der kombinierten richtungsabhängigen Systemmatrix unter der Berücksichtigung von RSS-Strahlformung
$\underline{\mathbf{A}}_d^{(k)}$	richtungsabhängige Systemmatrix des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers

$\underline{A}_{DL}^{(k)}$	Systemmatrix des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers in der Abwärtsstrecke (engl. „DownLink“, DL)
$\hat{\underline{A}}_{DL}^{(k)}$	Schätzung der Systemmatrix des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers in der Abwärtsstrecke
$\underline{A}_S$	Systemmatrix zur Beschreibung der kombinierten empfangenen Mittambefolge $\underline{e}_m$
$\underline{A}_S^{(k_E)}$	empfangsantennenspezifische Systemmatrix
$\underline{A}_S^{(k_E, k_R)}$	empfangsantennen- und richtungsspezifische Systemmatrix
$\underline{A}_S^{(k, k_E, k_R)}$	teilnehmer-, empfangsantennen- und richtungsspezifische Systemmatrix
$B$	Bandbreite des Signals, kurz Bandbreite
$B_G$	Gesamtübertragungsbandbreite
$B_R$	räumliche Bandbreite
$B_T$	Teilnehmerbandbreite
$\underline{B}$	beliebige komplexe $KK_R W \times KK_R W$ -Matrix
$\underline{B}_S$	kombinierte Steuermatrix
$\underline{B}_{S, RSS}$	Steuermatrix des RSS-Strahlformers
$\underline{B}_S^{(k)}$	Steuermatrix des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{B}_{S, NSF}^{(k, k_R)}$	Steuermatrix des nullensteuernden Strahlformers
$(C/I)_d^{(k, n_B)}$	mit dem $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer korrespondierende Träger-zu-Interferenz-Verhältnis in der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung $\beta_{RSS}^{(n_B)}$ des RSS-Strahlformers, kurz das $C/I$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers in der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung
$(C/I)_{d, \text{int.}}^{(k, n_c)}$	das interpolierte Träger-zu-Interferenz-Verhältnis des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers in der $n_c$ -ten Testrichtung $\beta_{RSS, \text{test}}^{(n_c)}$ , kurz das $n_c$ -te interpolierte $C/I$ des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\text{CRLB}\left(\hat{\underline{h}}_{d, \text{RSS}, w}\right)$	Cramer-Rao-Schranke für das $w$ -te Element $\hat{h}_{d, \text{RSS}, w}$ der RSS-Schätzung $\hat{\underline{h}}_{d, \text{RSS}}$ der kombinierten Kanalimpulsantwort, kurz Cramer-Rao-Schranke für die Schätzung $\hat{h}_{d, \text{RSS}, w}$ des $w$ -ten Kanalkoeffizienten, siehe auch $\text{CRLB}\big _{\hat{\underline{h}}_{d, \text{RSS}, w}}$
$\text{CRLB}\left(\hat{\underline{h}}_{d, \text{RSS}}\right)$	Cramer-Rao-Schranke für die RSS-Schätzung $\hat{\underline{h}}_{d, \text{RSS}}$ der kombinierten Kanalimpulsantwort, kurz CRLB für die RSS-Kanalschätzung



$\text{CRLB}_{\hat{h}_{d,\text{RSS},w}}$	Cramer-Rao-Schranke für das $w$ -te Element $\hat{h}_{d,\text{RSS},w}$ der RSS-Schätzung $\hat{\underline{h}}_{d,\text{RSS}}$ der kombinierten Kanalimpulsantwort, kurz Cramer-Rao-Schranke für die Schätzung $\hat{h}_{d,\text{RSS},w}$ des $w$ -ten Kanalkoeffizienten, siehe auch $\text{CRLB}(\hat{h}_{d,\text{RSS},w})$
$\mathbb{C}$	die Menge der komplexen Zahlen
$\underline{\mathbf{C}}_f^{(k)}$	Spreizmatrix im Frequenzbereich
$\underline{\mathbf{C}}_t^{(k)}$	Spreizmatrix im Zeitbereich
$D_S^{(n_z)}$	Durchmesser der Streuer im $n_z$ -ten Streuzentrum
$D_Z^{(n_z)}$	Durchmesser des $n_z$ -ten Streuzentrums
$\underline{\mathbf{D}}$	Matrix der inversen diskreten Fouriertransformation
$E_b$	einem einzigen Datenbit am Empfängereingang zugeordnete mittlere Bitenergie
$E_{b,S}$	einem einzigen Datenbit im Sender vor der Anwendung des Strahlformungsverfahrens zugeordnete mittlere Bitenergie
$E_d(\varphi)$	Winkel-Leistungsspektrum
$E_h$	die zur Schätzung von jeweils $N_B$ Kanalkoeffizienten zur Verfügung stehende mittlere Energie am Eingang des RSS-Kanalschätzers
$E_{d,\text{ges.}}^{(n_B)}$	die gesamte empfangene Energie aus der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung $\beta_{\text{RSS}}^{(n_B)}$ des RSS-Strahlformers, kurz die gesamte empfangene Energie $E_{d,\text{ges.}}^{(n_B)}$ aus der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung
$E_d^{(k,n_B)}$	mit dem $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer korrespondierende Empfangsenergie aus der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung $\beta_{\text{RSS}}^{(n_B)}$ des RSS-Strahlformers
$E_{d,\text{int.}}^{(k,n_C)}$	mit dem $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer korrespondierende interpolierte Empfangsenergie in der $n_C$ -ten Testrichtung $\beta_{\text{RSS,test}}^{(n_C)}$ , kurz die $n_C$ -te interpolierte Empfangsenergie
$E_{d,\text{int.},M1}^{(k,n_C)}$	die $n_C$ -te interpolierte Empfangsenergie des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers bei Verwendung von M1, kurz die $n_C$ -te interpolierte Empfangsenergie bei Verwendung von M1
$E_{d,\text{int.},M2}^{(k,n_C)}$	die $n_C$ -te interpolierte Empfangsenergie des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers bei Verwendung von M2, kurz die $n_C$ -te interpolierte Empfangsenergie bei Verwendung von M2
$E_S$	Signalenergie

$\underline{E}_d$	Matrix der Empfangsenergien des RSS-Strahlformers, kurz Matrix der Empfangsenergien
$\widehat{\underline{E}}_d$	Schätzung der Matrix der Empfangsenergien
$\underline{E}_{d,\text{int.}}$	Matrix der interpolierten Empfangsenergien
$\underline{E}_{d,m}$	empfangene richtungsabhängige Mittambelmatrix
$\underline{E}_m$	Matrix der empfangenen Mittambelfolgen, kurz empfangene Mittambelmatrix
$\underline{G}$	Mittambelmatrix
$\underline{G}^{(k)}$	Toeplitz-Matrix der Mittambelfolge des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{H}_{\text{ges},d}^{(k)}$	mit dem Sender und dem $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer korrespondierende Gesamtkanalmatrix zur Übertragung der Gesamtsendefolge $\underline{d}_{\text{S,ges.}}$
$\underline{H}_{\text{ges},m}^{(k)}$	mit dem Sender und dem $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer korrespondierende Gesamtkanalmatrix zur Übertragung der Gesamtmittambelfolge $\underline{m}_{\text{ges.}}$
$\underline{H}_m^{(k,k_s)}$	mit dem $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer und der $k_s$ -ten Sendeantenne korrespondierende Kanalmatrix zur Übertragung der Gesamtmittambelfolge $\underline{m}_{\text{ges.}}$
$\underline{H}_d$	Matrix der Kanalimpulsantworten des RSS-Strahlformers, kurz Kanalimpulsantwortmatrix
$\underline{H}_{d,\text{int.}}$	Matrix der interpolierten Kanalimpulsantworten
$\widehat{\underline{H}}_{d,\text{RSS}}$	Schätzung der Kanalimpulsantwortmatrix
$\underline{H}_d^{(k)}$	kombinierte richtungsabhängige Kanalmatrix des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$\underline{H}_d^{(k,k_R)}$	richtungsabhängige Kanalmatrix des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers aus der $k_R$ -ten Hauptempfangsrichtung
$\underline{I}_F(\underline{h}_{d,\text{RSS}})$	Fisher-Informationsmatrix der kombinierten Kanalimpulsantwort $\underline{h}_{d,\text{RSS}}$ unter der Berücksichtigung von RSS-Strahlformung
$\underline{I}_{Q_f}$	$Q_f \times Q_f$ Einheitsmatrix
$K$	Anzahl der Mobilfunkteilnehmer
$K_C$	Anzahl von Clustern

$K_E$	Anzahl von Empfangsantennen
$K_I$	Anzahl von gerichteten Störern
$K_R$	Anzahl von Hauptempfangsrichtungen
$K_S$	Anzahl von Sendeantennen
$K_T$	Anzahl von Teilwellen
$K_T^{(k_c)}$	Anzahl von Teilwellen im $k_c$ -ten Cluster
$L$	Anzahl von zur Kanalschätzung verwendeten Mittabelchips
$L_m$	Anzahl von Mittabelchips
$M$	Anzahl von Monte-Carlo-Versuchen
$MSE\left(\hat{\underline{h}}_{d,RSS,w}\right)$	mittlere quadratische Schätzfehler des $w$ -ten Elements $\hat{h}_{d,RSS,w}$ , der RSS-Schätzung $\hat{\underline{h}}_{d,RSS}$ der kombinierten Kanalimpulsantwort, kurz mittlere quadratische Schätzfehler der Schätzung $\hat{\underline{h}}_{d,RSS,w}$ des $w$ -ten Kanalkoeffizienten
$MSE\left(\hat{\underline{h}}_{d,RSS}\right)$	mittlere quadratische Schätzfehler der RSS-Schätzung $\hat{\underline{h}}_{d,RSS}$ der kombinierten Kanalimpulsantwort, kurz MSE der RSS-Kanalschätzung
$MSE _{\hat{\beta}^{(k)}}$	mittlere quadratische Schätzfehler der Schätzung $\hat{\beta}^{(k)}$ der primären Empfangsrichtung, kurz MSE der RSS-DOA-Schätzung
$M_{c,f}$	Wertigkeit des Symbolalphabets $\mathbb{V}_{c,f}$ des CDMA-Codes im Frequenzbereich
$M_{c,t}$	Wertigkeit des Symbolalphabets $\mathbb{V}_{c,t}$ des CDMA-Codes im Zeitbereich
$M_d$	Wertigkeit des Symbolalphabets $\mathbb{V}_d$ der Datensymbole
$M_{d_s}$	Wertigkeit des Symbolalphabets $\mathbb{V}_{d_s}$ der Sendesymbole
$M_m$	Wertigkeit des Symbolalphabets $\mathbb{V}_m$ der Mittabelchips
$\underline{M}_{ges.}$	Gesamtmittabelmatrix der Sendegruppenantenne
$\underline{M}_R$	Entzerrer im Raumbereich
$\underline{M}_Z$	Entzerrer im Zeitbereich
$N$	Anzahl von Datensymbolen

$N_0$	Spektrale Leistungsdichte der Störung am Empfängereingang, kurz spektrale Leistungsdichte der Störung ( $N_0 = N_f k_B T_0$ )
$N_a$	Anzahl von Abtastwerten im Zeitbereich
$N_\varphi$	Anzahl von Abtastwerten im Raumbereich
$N_{b,f}(\gamma)$	Anzahl von fehlerhaft detektierten Bits
$N_{b,\bar{u}}(\gamma)$	Anzahl von übertragenen Bits
$N_{\text{blk},f}(\gamma)$	Anzahl von fehlerhaften Blocks
$N_{\text{blk},\bar{u}}(\gamma)$	Anzahl von übertragenen Blocks
$N_B$	Anzahl von Strahlen (engl. „Beam“)
$N_{\text{Burst}}$	Anzahl von Bursts
$N_C$	Anzahl von zu testenden Hauptstrahlrichtungen (engl. „Candidate Angle“) des RSS-Strahlformers, kurz Anzahl von Testrichtungen
$N_p^{(n_z)}$	Anzahl von Streupunkten je Streuer im $n_z$ -ten Streuzentrum
$N_F$	Rauschzahl des Empfängers
$N_S$	Anzahl von Sendesymbolen
$N_S^{(n_z)}$	Anzahl von Streuern im $n_z$ -ten Streuzentrum
$N_Z$	Anzahl von Streuzentren
$N_\beta$	Anzahl von primären Empfangsrichtungen $\beta^{(k)}$
$P_b(\gamma)$	Bitfehlerwahrscheinlichkeit
$\widehat{P}_b(\gamma)$	Bitfehlerverhältnis
$\widehat{P}_{\text{blk}}(\gamma)$	Blockfehlerverhältnis
$P_{b,\text{AWGN}}(\gamma)$	AWGN-Bound
$P_{b,\text{MFB}}(\gamma_b)$	Matched-Filter-Bound
$P_{b,\text{Rayleigh}}(\gamma)$	Rayleigh-Bound
$Q_f$	Spreizfaktor im Frequenzbereich
$Q_t$	Spreizfaktor im Zeitbereich
$Q_S$	Anzahl von Subträgern

$\underline{R}_h(\tau_1, \tau_2, t_1, t_2)$	Autokorrelationsfunktion der zeitvarianten Kanalimpulsantwort $\underline{h}(\tau, t)$
$\underline{R}$	Antennenkorrelationsmatrix
$\underline{R}_{\text{DOA}}$	Korrelationsmatrix zur Beschreibung der räumlichen Korrelationseigenschaften des durch die Vielfachzugriffsinterferenz hervorgerufenen Anteils des Störvektors $\underline{n}_m$
$\underline{R}_{\underline{e}_d}$	Korrelationsmatrix des zur empfangenen kombinierten Symbolfolge $\underline{e}_d$ korrespondierenden Störvektors $\underline{n}_d$ , kurz Korrelationsmatrix $\underline{R}_{\underline{e}_d}$ der Störung $\underline{n}_d$
$\underline{R}_{\underline{e}_d^{(k)}}$	Korrelationsmatrix des zur empfangenen Gesamtsymbolfolge $\underline{e}_d^{(k)}$ korrespondierenden Störvektors $\underline{n}_d^{(k)}$ , kurz Korrelationsmatrix $\underline{R}_{\underline{e}_d^{(k)}}$ der Störung $\underline{n}_d^{(k)}$
$\underline{R}_{\underline{e}_m}$	Korrelationsmatrix des zur kombinierten empfangenen Mittambelfolge $\underline{e}_m$ korrespondierenden Störvektors $\underline{n}_m$ , kurz Korrelationsmatrix $\underline{R}_{\underline{e}_m}$ der Störung $\underline{n}_m$
$\underline{R}_{\underline{e}_m^{(k)}}$	Korrelationsmatrix des zur empfangenen Gesamtmittambelfolge $\underline{e}_m^{(k)}$ korrespondierenden Störvektors $\underline{n}_m^{(k)}$ , kurz Korrelationsmatrix $\underline{R}_{\underline{e}_m^{(k)}}$ der Störung $\underline{n}_m^{(k)}$
$\widetilde{\underline{R}}_{\underline{n}_m}$	Korrelationsmatrix zur Beschreibung der zeitlichen Korrelationseigenschaften des durch die Vielfachzugriffsinterferenz hervorgerufenen Anteils des Störvektors $\underline{n}_m$
$\widetilde{\underline{R}}_{\text{th}}$	Korrelationsmatrix zur Beschreibung der zeitlichen Korrelationseigenschaften des durch das thermische Rauschen hervorgerufenen Anteils des Störvektors $\underline{n}_m$
$\underline{R}_{\underline{n}_m}^{(1)}$	Anteil der Korrelationsmatrix $\underline{R}_{\underline{n}_m}$ der Störung $\underline{n}_m$ , welcher die Vielfachzugriffsinterferenz berücksichtigt
$\underline{R}_{\underline{n}_m}^{(N)}$	Anteil der Korrelationsmatrix $\underline{R}_{\underline{n}_m}$ der Störung $\underline{n}_m$ , welcher das thermische Rauschen berücksichtigt
$S(\tau, f_D)$	Streuungsfunktion
$\text{SINR}_d^{(k, n_B)}$	mit dem $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer korrespondierende Signal-zu-Interferenz-und-Stör-Verhältnis in der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung $\beta_{\text{RSS}}^{(n_B)}$ des RSS-Strahlformers, kurz das SINR des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers in der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung $\text{SINR}_d^{(k, n_B)}$

$\text{SINR}_{\text{d, int.}}^{(k, n_c)}$	das interpolierte SINR des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers in der $n_c$ -ten Testrichtung $\beta_{\text{RSS, test}}^{(n_c)}$ , kurz das $n_c$ -te interpolierte SINR des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers
$T_0$	absolute Temperatur in Kelvin
$T_a$	Abtastperiode
$T_C$	Chipperiode
$T_G$	Schutzzeit
$T_S$	Symbolperiode
$\mathbf{T}_{\text{PSLP}}$	Interpolationsmatrix im Raumbereich
$\mathbb{V}_{\text{c, f}}$	$M_{\text{c, f}}$ -wertiger Symbolalphabet der CDMA-Codes im Frequenzbereich
$\mathbb{V}_{\text{c, t}}$	$M_{\text{c, t}}$ -wertiger Symbolalphabet der CDMA-Codes im Zeitbereich
$\mathbb{V}_{\text{d}}$	$M_{\text{d}}$ -wertiger Symbolalphabet der Datensymbole
$\mathbb{V}_{\text{d}_s}$	$M_{\text{d}_s}$ -wertiger Symbolalphabet der Sendesymbole
$\mathbb{V}_{\text{m}}$	$M_{\text{m}}$ -wertiger Symbolalphabet der Mittambelchips
$W$	Anzahl von Abtastwerten des zeitdiskreten Mobilfunkkanals
$\mathbf{W}_S$	Gewichtsmatrix
$\alpha^{(k_E)}$	Winkel zwischen der Referenzlinie der Gruppenantenne und der Verbindungslinie zwischen dem Referenzpunkt der Gruppenantenne und der $k_E$ -ten Empfangsantenne, kurz der mit der $k_E$ -ten Empfangsantenne korrespondierende Winkel
$\alpha^{(k_c, k_T)}$	Amplitude der $k_T$ -ten Teilwelle im $k_c$ -ten Cluster
$\beta$	beliebiger Winkel
$\beta^{(k)}$	primäre Empfangsrichtung des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers, kurz primäre Empfangsrichtung
$\hat{\beta}^{(k)}$	Schätzung der primären Empfangsrichtung
$\hat{\beta}_{\text{M1}}^{(k)}$	Schätzung der primären Empfangsrichtung bei Verwendung von M1
$\hat{\beta}_{\text{M2}}^{(k)}$	Schätzung der primären Empfangsrichtung bei Verwendung von M2
$\hat{\beta}_{\text{M3}}^{(k)}$	Schätzung der primären Empfangsrichtung bei Verwendung von M3
$\hat{\beta}_{\text{M4}}^{(k)}$	Schätzung der primären Empfangsrichtung bei Verwendung von M4

$\beta_0$	beliebiger Winkelversatz in der Ebene
$\beta_{\text{RSS}}^{(n_b)}$	die $n_b$ -te Hauptstrahlrichtung des RSS-Strahlformers, beschreibt den Winkel zwischen der $n_b$ -ten Hauptstrahlrichtung des RSS-Strahlformers und der Referenzlinie der Gruppenantenne
$\beta_{\text{RSS, test}}^{(n_c)}$	die $n_c$ -te zu testenden Hauptstrahlrichtung (engl. „Candidate Angle“) des RSS-Strahlformers, kurz die $n_c$ -te Testrichtung, beschreibt den Winkel zwischen der $n_c$ -ten Testrichtung (zu testenden Hauptstrahlrichtung) des RSS-Strahlformers und der Referenzlinie der Gruppenantenne
$\beta^{(k, k_R)}$	Winkel zwischen der $k_R$ -ten Hauptempfangsrichtung des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers und der Referenzlinie der Gruppenantenne
$\gamma_R$	Dämpfungsfaktor der Teilwellen in einem Cluster (engl. „Ray Decay Factor“)
$\gamma$	mittlerer Signal-zu-Stör-Abstand am Empfängereingang, kurz mittlerer Signal-zu-Stör-Abstand
$\gamma_b$	mittlerer Signal-zu-Stör-Abstand am Ausgang des Datendetektors
$\tilde{\gamma}_b$	Signal-zu-Stör-Abstand am Ausgang des Datendetektors
$\gamma_h$	mittlerer Signal-zu-Stör-Abstand der Kanalkoeffizienten am Eingang des RSS-Kanalschätzers, kurz mittlerer Signal-zu-Stör-Abstand der Kanalkoeffizienten
$\gamma_{\text{DL}}$	mittlerer Signal-zu-Stör-Abstand in der Abwärtsstrecke
$\delta$	Auflösung der Schätzung der primären Empfangsrichtung bei der Verwendung des RSS-DOA-Schätzers, kurz die Auflösung der RSS-DOA-Schätzung
$\delta(\cdot)$	Dirac'sche Deltafunktion
$\underline{g}(\tau, t, \varphi)$	zeitvariante räumliche Kanalimpulsantwortdichte im Referenzpunkt der Empfangsgruppenantenne
$\underline{g}^{(k, k_E)}(\tau, t, \varphi)$	zeitvariante räumliche Kanalimpulsantwortdichte für den $k$ -ten Mobilfunkteilnehmer an der $k_E$ -ten Empfangsantenne
$\theta^{(k_T)}$	Nullphasenwinkel der $k_T$ -ten Teilwelle
$\theta^{(k_C, k_T)}$	Nullphasenwinkel der $k_T$ -ten Teilwelle im $k_C$ -ten Cluster
$\lambda_R$	Ankunftsrate der Teilwellen in einem Cluster (engl. „Ray Arrival Rate“)

$\lambda_0$	Wellenlänge der ausgestrahlten Funkwellen
$\rho_T(\tau, 0)$	Verzögerungs-Leistungsspektrum
$\rho_T(\tau_1, \Delta t)$	Verzögerungs-Zeit-Korrelationsfunktion
$\sigma_{\text{Laplace}}$	Standardabweichung der Laplaceverteilung
$\tau$	Verzögerungszeit, kurz Verzögerung
$\tau^{(k_T)}$	Verzögerung der $k_T$ -ten Teilwelle
$\tau^{(k_C, k_T)}$	Verzögerung der $k_T$ -ten Teilwelle im $k_C$ -ten Cluster
$\tau_{\text{max,a}}$	maximale Verzögerung einer Teilwelle während ihrer Ausbreitung über die Empfangsgruppenantenne
$\tau_{\text{max}}$	maximale Verzögerung
$\varphi$	Winkel, siehe auch $\phi$
$\varphi_n$	äquidistanter Winkel
$\varphi_E^{(k_T)}$	Einfallsrichtung der $k_T$ -ten Teilwelle
$\varphi_E^{(k_C, k_T)}$	Einfallsrichtung der $k_T$ -ten Teilwelle im $k_C$ -ten Cluster
$\varphi_S^{(k_T)}$	Ausfallsrichtung der $k_T$ -ten Teilwelle
$\varphi_S^{(k_C, k_T)}$	Ausfallsrichtung der $k_T$ -ten Teilwelle im $k_C$ -ten Cluster
$A^{(k_C)}$	mittlere Dämpfung des $k_C$ -ten Clusters
$\Gamma_C$	Cluster Dämpfungsfaktor (engl. „Cluster Decay Factor“)
$\Delta t$	Zeitdifferenz
$\underline{A}$	Verwürfelungsmatrix
$\mathcal{O}_F(f, t, \varphi)$	Fouriertransformierte der zeitvarianten räumlichen Kanalimpulsantwortdichte $\underline{g}(\tau, t, \varphi)$ im Referenzpunkt der Empfangsgruppenantenne bezüglich der Verzögerung $\tau$ , kurz Fouriertransformierte der zeitvarianten räumlichen Kanalimpulsantwortdichte $\underline{g}(\tau, t, \varphi)$
$\Lambda_C$	Ankunftsrate der Cluster (engl. „Cluster Arrival Rate“)
$T^{(k_C)}$	Verzögerung des $k_C$ -ten Clusters
$\phi$	Winkel, siehe auch $\varphi$
$\Phi_E^{(k_C)}$	Einfallsrichtung des $k_C$ -ten Clusters



$\Phi_S^{(k_C)}$	Ausfallsrichtung des $k_C$ -ten Clusters
$\psi_{\text{RSS}}^{(k_E, n_B)}$	Phasenverschiebung des Empfangssignals aus der $n_B$ -ten Hauptstrahlrichtung des RSS-Strahlformers an der $k_E$ -ten Empfangsantenne gegenüber der Phase desselben Signals an einer gedachten Antenne im RP der Gruppenantenne
$\psi^{(k, k_E, k_R)}$	Phasenverschiebung des Empfangssignals des $k$ -ten Mobilfunkteilnehmers aus der $k_R$ -ten Hauptempfangsrichtung an der $k_E$ -ten Empfangsantenne gegenüber der Phase desselben Signals an einer gedachten Antenne im RP der Gruppenantenne
$\underline{\theta}$	beliebiger komplexer Parametervektor
$\cos(\cdot)$	Kosinusfunktion
$\det[\cdot]$	Determinante von $[\cdot]$
$\text{diag}[\cdot]$	Hauptdiagonale von $[\cdot]$
$\exp(\cdot)$	Exponentialfunktion
$\ln(\cdot)$	natürliche Logarithmus von $\cdot$
$\log_2(\cdot)$	dualische Logarithmus von $\cdot$
$\log_{10}(\cdot)$	dekadische Logarithmus von $\cdot$
$\text{mod}(\cdot)$	Modulo von $\cdot$
$\text{si}(\cdot)$	si-Funktion, $\text{si}(\cdot) = \text{sin}(\cdot)/\cdot$
$\text{vec}[\cdot]$	Transformation, welche die Spalten der Matrix $[\cdot]$ in einem Vektor übereinander stapelt
$E\{\cdot\}$	Erwartungswert von $\cdot$
$Q(\cdot)$	Q-Funktion
$\text{Re}\{\cdot\}$	Realteil von $\cdot$
$\frac{\partial \cdot}{\partial \underline{\theta}}$	komplexer Gradient von $\cdot$ bezüglich eines beliebigen komplexen Parametervektors $\underline{\theta}$
$ \cdot $	Betrag von $\cdot$
$[\cdot]^H$	Transposition und komplexe Konjugation einer Matrix (Hermitesche einer Matrix)
$[\cdot]^T$	Transposition einer Matrix $[\cdot]$

- $[\cdot]^*$  komplexe Konjugation einer Matrix  $[\cdot]$
- $\otimes$  Kroneckerprodukt
- $^\circ$  Einheit des Winkels in Grad

# Häufig verwendete Abkürzungen

1G-System	Mobilfunksystem der ersten Generation, z.B. C-Netz und AMPS [Jun97]
2G-System	Mobilfunksystem der zweiten Generation, z.B. GSM [MoP92]
3G-System	Mobilfunksystem der dritten Generation, z.B. UMTS [PrO98] und IMT-2000 [Cal94]
3GPP	Third <u>G</u> eneration <u>P</u> artnership <u>P</u> roject [Hil02]
4G-System	Mobilfunksystem der vierten Generation
fix. p.	<u>F</u> ixed <u>P</u> oint
fl. p.	<u>F</u> loating <u>P</u> oint
A/D	<u>A</u> nalog-zu- <u>D</u> igital
AGC	<u>A</u> utomatic <u>G</u> ain <u>C</u> ontrol
AMPS	<u>A</u> dvanced <u>M</u> obile <u>P</u> hone <u>S</u> ervice [OjP01]
AMR	<u>A</u> daptive <u>M</u> ulti <u>R</u> ate
B3G	<u>B</u> eyond <u>3G</u> (Mobilfunksysteme nach der dritten Generation)
Bit	<u>B</u> inary <u>D</u> igit
BER	<u>B</u> it <u>E</u> rror <u>R</u> atio
BLER	<u>B</u> lock <u>E</u> rror <u>R</u> atio
BLUE	<u>B</u> est <u>L</u> inear <u>U</u> nbiased <u>E</u> stimator
BS	<u>B</u> ase <u>S</u> tation [Kor01]
CDMA	<u>C</u> ode <u>D</u> ivision <u>M</u> ultiple <u>A</u> ccess
C/I	<u>C</u> arrier-to- <u>I</u> nterference Ratio (Träger-zu-Interferenz-Verhältnis)
CML	<u>C</u> onditional <u>M</u> aximum- <u>L</u> ikelihood
COST	<u>C</u> Ooperation européenne dans le domaine de la recherche <u>S</u> cientifique et <u>T</u> echnique
CRC	<u>C</u> yclic <u>R</u> edundancy <u>C</u> heck
CRLB	<u>C</u> ramer- <u>R</u> ao <u>L</u> ower <u>B</u> ound
DoA	<u>D</u> irections- <u>o</u> f- <u>A</u> rrival (Empfangsrichtung)

DFT	<u>D</u> iscrete <u>F</u> ourier <u>T</u> ransform
DL	<u>D</u> own <u>L</u> ink
DML	<u>D</u> eterministic <u>M</u> aximum- <u>L</u> ikelihood
DS-CDMA	<u>D</u> irect <u>S</u> equence- <u>C</u> ode <u>D</u> ivision <u>M</u> ultiple <u>A</u> ccess
DSP	<u>D</u> igital <u>S</u> ignal <u>P</u> rocessor
ESPRIT	<u>E</u> stimation of <u>S</u> ignal <u>P</u> arameter via <u>R</u> otational <u>I</u> nvariance <u>T</u> echniques [PRK86], in [RoK89] als <u>E</u> stimation of <u>S</u> ignal <u>P</u> arameters via <u>R</u> otational <u>I</u> nvariance <u>T</u> echniques bezeichnet
ETSI	<u>E</u> uropean <u>T</u> elecommunications <u>S</u> tandards <u>I</u> nstitute
FDD	<u>F</u> requency <u>D</u> omain <u>D</u> uplex [Jun97]
FDMA	<u>F</u> requency <u>D</u> ivision <u>M</u> ultiple <u>A</u> ccess
FFH	<u>F</u> ast <u>F</u> requency <u>H</u> opping
FFH/OFDM	<u>F</u> ast <u>F</u> requency <u>H</u> opping / <u>O</u> rthogonal <u>F</u> requency <u>D</u> ivision <u>M</u> ultiplexing
FFT	<u>F</u> ast <u>F</u> ourier <u>T</u> ransform
FPGA	<u>F</u> ield <u>P</u> rogrammable <u>G</u> ate <u>A</u> rray
GAA	<u>G</u> aussian <u>A</u> ngle of <u>A</u> rrival
GSM	<u>G</u> lobal <u>S</u> ystem for <u>M</u> obile <u>C</u> ommunications [MoP92]
GWSSUS	<u>G</u> aussian <u>W</u> ide <u>S</u> ense <u>S</u> tationary <u>U</u> ncorrelated <u>S</u> cattering
HF	<u>H</u> och <u>F</u> requenz
HW	<u>H</u> ard <u>w</u> are
IDFT	<u>I</u> nverse <u>D</u> iscrete <u>F</u> ourier <u>T</u> ransform
IEEE	<u>I</u> nstitute of <u>E</u> lectrical and <u>E</u> lectronics <u>E</u> ngineers [WSA03]
IMT-2000	<u>I</u> nternational <u>M</u> obile <u>T</u> elecommunications 2000 [CaI94]
ITU	<u>I</u> nternational <u>T</u> elecommunications <u>U</u> nion [PrO98]
LLR	<u>L</u> og- <u>L</u> ikelihood- <u>R</u> atio (Logarithmische Wahrscheinlichkeitsdichte)
LOS	<u>L</u> ine- <u>o</u> f- <u>S</u> ight
M1	erste Methode

M2	zweite Methode
M3	dritte Methode
M4	vierte Methode
MAC	<u>M</u> ultiply <u>A</u> nd <u>A</u> ccumulate
MIMO	<u>M</u> ultiple <u>I</u> nput <u>M</u> ultiple <u>O</u> utput [GSS03]
MIPS	<u>M</u> illion <u>I</u> nstructions <u>P</u> er <u>S</u> econd
MBS	<u>M</u> obile <u>B</u> roadband <u>S</u> ystem [Fer95]
MC-CDMA	<u>M</u> ulti <u>C</u> arrier- <u>C</u> ode <u>D</u> ivision <u>M</u> ultiple <u>A</u> ccess
MC-DS-CDMA	<u>M</u> ulti <u>C</u> arrier- <u>D</u> irect <u>S</u> equence- <u>C</u> ode <u>D</u> ivision <u>M</u> ultiple <u>A</u> ccess
MF	<u>M</u> atched <u>F</u> ilter (signalangepasstes Filter)
MFB	<u>M</u> atched- <u>F</u> ilter- <u>B</u> ound
ML	<u>M</u> aximum- <u>L</u> ikelihood
MMSE	<u>M</u> inimum- <u>M</u> ean- <u>S</u> quared- <u>E</u> rror
MUSIC	<u>M</u> Ultiple <u>S</u> ignal <u>C</u> lassification [Sch86]
MVDR	<u>M</u> inimum <u>V</u> ariance <u>D</u> istortionless <u>R</u> esponse
MS	<u>M</u> obile <u>S</u> tation [Kor01]
MSE	<u>M</u> ean <u>S</u> quare <u>E</u> rror [Kay93]
NMT	<u>N</u> ordic <u>M</u> obile <u>T</u> elephone [OjP01]
OFDM	<u>O</u> rthogonal <u>F</u> requency <u>D</u> ivision <u>M</u> ultiplexing
OVSF	<u>O</u> rthogonal <u>V</u> ariable <u>S</u> preading <u>F</u> actor
P/S	<u>P</u> arallel-zu- <u>S</u> eriell
QPSK	<u>Q</u> uadrature <u>P</u> hase <u>S</u> hift <u>K</u> eyping [Lin05, Lük95]
RC	<u>R</u> aised- <u>C</u> osine
RF	<u>R</u> adio <u>F</u> requency
RP	<u>R</u> eferenzpunkt
RL	<u>R</u> eferenzlinie
RRC	<u>R</u> oot- <u>R</u> aised- <u>C</u> osine

RSS	<u>R</u> egular <u>S</u> patial <u>S</u> ampling (reguläre Abtastung des Raumes) [SHK04, SKH04]
SDMA	<u>S</u> pace <u>D</u> ivision <u>M</u> ultiple <u>A</u> ccess
SINR	<u>S</u> ignal-to- <u>I</u> nterference-and- <u>N</u> oise <u>R</u> atio (Signal-zu-Interferenz-und-Stör-Verhältnis)
SIR	<u>S</u> ignal-to- <u>I</u> nterference- <u>R</u> atio (Signal-zu-Interferenz-Verhältnis)
SML	<u>S</u> tochastic <u>M</u> aximum- <u>L</u> ikelihood
SNR	<u>S</u> ignal-to- <u>N</u> oise <u>R</u> atio (Signal-zu-Stör-Verhältnis)
STAP	<u>S</u> pace <u>T</u> ime <u>A</u> daptive <u>P</u> rocessing
SV	<u>S</u> aleh- <u>V</u> alenzuela
TD-CDMA	<u>T</u> ime <u>D</u> ivision – <u>C</u> ode <u>D</u> ivision <u>M</u> ultiple <u>A</u> ccess [OjP01]
TDD	<u>T</u> ime <u>D</u> omain <u>D</u> uplex [Jun97]
TDMA	<u>T</u> ime <u>D</u> ivision <u>M</u> ultiple <u>A</u> ccess
TD-SCDMA	<u>T</u> ime <u>D</u> ivision – <u>S</u> ynchronous <u>C</u> ode <u>D</u> ivision <u>M</u> ultiple <u>A</u> ccess [Kam00]
TrCH	<u>T</u> ransport <u>C</u> Hannel
TI	<u>T</u> exas <u>I</u> nstruments
TR	<u>T</u> echnical <u>R</u> eport
UCA	<u>U</u> niform <u>C</u> ircular <u>A</u> rray (zirkulare Gruppenantenne)
ULA	<u>U</u> niform <u>L</u> inear <u>A</u> rray (lineare Gruppenantenne)
UPA	<u>U</u> niform <u>P</u> lanar <u>A</u> rray (planare Gruppenantenne)
UMTS	<u>U</u> niversal <u>M</u> obile <u>T</u> elecommunications <u>S</u> ystem [PrO98]
UML	<u>U</u> nconditional <u>M</u> aximum- <u>L</u> ikelihood
UWB	<u>U</u> ltra <u>W</u> ide <u>B</u> and (bezieht sich auf Konzept IEEE 802.15.3a) [MFP03]
WiMAX	<u>W</u> orldwide <u>I</u> nteroperability for <u>M</u> icrowave <u>A</u> ccess (bezieht sich auf Konzept IEEE 802.16) [Lan05]
WLAN	<u>W</u> ireless <u>L</u> ocal <u>A</u> rea <u>N</u> etwork [DiF01]
WSSUS	<u>W</u> ide <u>S</u> ense <u>S</u> tationary <u>U</u> ncorrelated <u>S</u> cattering

ZF

Zero-Forcing