



Steffen Heuel (Autor)

# Fußgängererkennung im Straßenverkehr mit 24GHz Radarsensoren



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6545>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Klassifikation von Radarsignalen</b>	<b>3</b>
2.1	Radar zur Fußgängererkennung . . . . .	5
2.2	Anforderungen . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Radarmesstechnik</b>	<b>11</b>
3.1	Radargleichung . . . . .	12
3.2	Entfernungsmessung . . . . .	12
3.2.1	Qualität der Entfernungsmessung . . . . .	14
3.3	Geschwindigkeitsmessung . . . . .	15
3.3.1	Qualität der Geschwindigkeitsmessung . . . . .	18
3.4	Gleichzeitige Entfernung- und Geschwindigkeitsmessung . . . . .	19
3.4.1	Frequenzumgestastetes Radar . . . . .	21
3.4.2	Kombinierte Sendesignalform . . . . .	23
3.4.3	Chirp Sequenz . . . . .	25
3.5	Azimutwinkelmessung . . . . .	26
3.6	Zusammenfassung der Radarmesstechnik . . . . .	29
<b>4</b>	<b>Objektmodelle im Straßenverkehr</b>	<b>33</b>
4.1	Geometrische Länge und kinematische Breite . . . . .	35
4.1.1	Geometrische Länge . . . . .	35
4.1.2	Geometrische Länge in Azimutrichtung . . . . .	36
4.1.3	Kinematische Breite . . . . .	38
4.2	Fahrzeuge . . . . .	41
4.2.1	Modell einer longitudinalen Bewegung . . . . .	41
4.2.2	Modell einer lateralen Bewegung . . . . .	47
4.3	Fußgänger . . . . .	52
4.3.1	Modell einer longitudinalen Bewegung . . . . .	54
4.3.2	Modell einer lateralen Bewegung . . . . .	60
4.4	Stationäre Objekte . . . . .	65



4.5	Quantitative Auswertung . . . . .	66
<b>5</b>	<b>Signalmerkmale</b>	<b>69</b>
5.1	Dopplerprofil . . . . .	70
5.1.1	MFSK Upchirp/Downchirp . . . . .	71
5.1.2	FSK-Signal . . . . .	72
5.2	Entfernungsprofil . . . . .	76
5.3	Stochastische Merkmale . . . . .	78
5.4	Merkmalevaluation . . . . .	80
<b>6</b>	<b>Klassifikation</b>	<b>87</b>
6.1	Bayes-Klassifikator . . . . .	90
6.2	Polynomklassifikator . . . . .	91
6.3	Nächste-Nachbarn-Klassifikation . . . . .	93
6.4	Support-Vektor-Maschine . . . . .	94
6.5	Klassifikationsergebnis . . . . .	95
<b>7</b>	<b>Mehrfache Radarmessungen</b>	<b>99</b>
7.1	Beobachtung einer Szene . . . . .	100
7.2	Zusätzliche Signalmerkmale . . . . .	102
7.2.1	Merkmale durch Tracking . . . . .	105
7.2.2	Merkmale durch laterale Geschwindigkeit . . . . .	106
7.3	Merkmalevaluation zusätzlicher Merkmale . . . . .	108
<b>8</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>113</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>115</b>
<b>A</b>	<b>Tracking</b>	<b>117</b>
<b>B</b>	<b>Chirp Sequenz-Radare zur Fußgängererkennung</b>	<b>123</b>
B.1	Simulation (longitudinal) . . . . .	124
B.2	Simulation (lateral) . . . . .	127
B.3	Signalmerkmale . . . . .	129
	<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>131</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>137</b>