



Christof Möller (Autor)

# Überwachung sicherheitsrelevanter Bereiche mit 24 GHz-Radarsensoren



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/122>

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>Überwachung sicherheitsrelevanter Bereiche</b>	<b>7</b>
2.1	Geländeüberwachung . . . . .	9
2.2	Rollfeldüberwachung . . . . .	10
2.3	Radarmesstechnik als Überwachungstechnik . . . . .	13
2.3.1	Anforderungen an das entwickelte Radarsystem im Bereich Geländeüberwachung . . . . .	14
2.3.2	Anforderungen an das entwickelte Radarsystem im Bereich Rollfeldüberwachung . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Radarmesstechnik</b>	<b>19</b>
3.1	Radargleichung . . . . .	19
3.1.1	Radarrückstreuquerschnitt . . . . .	21
3.2	Entfernungsmessung . . . . .	22
3.2.1	Qualitätsmerkmale der Entfernungsmessung . . . . .	23
3.3	Geschwindigkeitsmessung . . . . .	26
3.3.1	Qualitätsmerkmale der Geschwindigkeitsmessung . . . . .	27
3.4	Gleichzeitige Messung von Geschwindigkeit und Entfernung . . . . .	28
3.4.1	Frequenzumtastende Modulation . . . . .	32
3.4.2	Kombination von frequenzumtastender und linearer Modulation . . . . .	34
3.5	Messung des azimutalen Winkels . . . . .	36
3.5.1	Amplitudenmonopuls . . . . .	37
3.5.2	Phasenmonopuls . . . . .	38
<b>4</b>	<b>Radarsignalverarbeitung</b>	<b>41</b>
4.1	Detektion . . . . .	41
4.2	Clutterverarbeitung . . . . .	46
4.2.1	Clutterunterdrückung . . . . .	47

## INHALTSVERZEICHNIS

---

4.2.2	Adaptive Detektion (Clutter-Karte) . . . . .	48
4.3	Tracking . . . . .	51
4.3.1	$\alpha$ - $\beta$ -Filter . . . . .	52
4.3.2	Kalman-Filter . . . . .	53
4.3.3	Auswahl eines geeigneten Tracking-Filters . . . . .	57
<b>5</b>	<b>Objektklassen</b>	<b>60</b>
5.1	Objektklassen der Geländeüberwachung . . . . .	60
5.1.1	Stationäre Objekte . . . . .	62
5.1.2	Bewegte Objekte . . . . .	70
5.1.3	Fazit aus den beobachteten Eigenschaften . . . . .	83
5.2	Objektklasse der Rollfeldüberwachung . . . . .	84
5.2.1	Flugzeuge . . . . .	85
5.2.2	Fazit aus den beobachteten Eigenschaften . . . . .	91
<b>6</b>	<b>Signalverarbeitung für einen einzelnen Sensor</b>	<b>93</b>
6.1	Clutterverarbeitung (Geländeüberwachung) . . . . .	94
6.2	Tracking bei ausgedehnten Ziele (Gelände- und Rollfeldüberwachung) . . . . .	100
6.3	Analyse der Tracks (Geländeüberwachung) . . . . .	103
<b>7</b>	<b>Signalverarbeitung in einem Sensornetzwerk</b>	<b>109</b>
7.1	Motivation für die Installation eines Radarnetzwerkes . . . . .	109
7.2	Fusion der Ziellisten von verschiedenen Radarsensoren . . . . .	110
7.3	Situation im Netzwerk . . . . .	112
7.4	Erhöhung der Detektionswahrscheinlichkeit durch Sichtbereichsüberdeckung . . . . .	116
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>119</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>123</b>
	<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>125</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>129</b>