

FMCW Wolkenradar mit hohem Auflösungsvermögen und geringer Leistung

Alexander Myagkov, Thomas Rose, and Harald Czekala
RPG Radiometer Physics GmbH, Meckenheim, Germany

In der Vergangenheit haben sich Wolkenradargeräte als effektive Instrumente für meteorologische Messungen etabliert. Die verwendeten Geräte arbeiten mit 35 GHz (Ka-Band) und 94 GHz (W-Band) und weisen diverse spezifische Merkmale bezüglich Design, Betrieb, Datenqualität und Informationsgehalt auf.

Das RPG-Wolkenradar erfasst präzise die Rückstreuung von verschiedensten Streukörpern in der Atmosphäre, die von etwa 10 µm großen Wolken-Tröpfchen über millimetergroße Regentropfen bis zu Schneeflocken mit Größen von mehreren Zentimetern reichen. Damit kann das Wolkenradar entlang der Beobachtungsrichtung zuverlässig ein genaues Profil von Nebel, Wolken und Niederschlag in der Atmosphäre liefern. Die hohe zeitliche Auflösung ab 1 Sekunde und räumliche Auflösungen bis hinunter zu 2 Metern in bewölkten und regnenden Atmosphären sind mit keinem anderen Fernerkundungsinstrument in vergleichbarer Weise möglich. Die sehr hohe absolute und relative Genauigkeit des Radars wird durch konsequente Kalibration aller Systemkomponenten erreicht und ist unter allen Wetterbedingungen stabil.

Die Auslegung als Doppler-Radar erlaubt die Erfassung der Radialgeschwindigkeit mit bis zu 2 cm/s Auflösung. Die so gewonnenen Dopplerspektren (Verteilung der Reflektivität auf verschiedene Radialgeschwindigkeiten) in jeder Entfernung erlauben detaillierte Einblicke in die Wolkenmikrophysik und die Wolkendynamik.

Ein scannendes Doppler-Wolkenradar kann Windprofile ableiten und Turbulenz ebenso erfassen wie Windscherungen. In Gegensatz zu Laser-basierten Systemen arbeitet das Wolkenradar gerade in solchen Bedingungen, in denen ein Laser aufgrund der Menge an Streukörpern eine nicht mehr transparente Atmosphäre vorfindet und versagen muss. Die Erweiterung auf polarimetrische Detektion eröffnet weitere Möglichkeiten der Signalanalyse. Eine Einordnung bzw. Klassifizierung der Hydrometeore ist damit ebenso möglich wie eine genauere quantitative Analyse der Niederschlagsparameter.

Das RPG Wolkenradar basiert auf dem FMCW-Prinzip (Frequency-Modulated Continuous-Wave) und verwendet Halbleiterverstärker zur Signalerzeugung. Das abgestrahlte Signal bei 94 GHz zum Beispiel beträgt lediglich 1,5 Watt und erleichtert damit die Erlangung von behördlichen Genehmigungen. Die verwendeten Empfänger basieren auf den von RPG entwickelten und optimierten Hochfrequenztechnologien, die auch bei den Mikrowellenradiometern und den RPG-Produkten des Messtechnikbereiches zum Einsatz kommen. Insgesamt liefert das FMCW Wolkenradar eine kleinere und kompakte Bauform, die einen Einsatz auf Schiffen und Flugzeugen ermöglicht, aber auch gleichzeitig die Kosten für Anschaffung und Betrieb des Geräts verringert.

Trotz dieser Vorteile wird das FMCW Wolkenradar bisher lediglich in geringer Zahl und meist nur im Forschungsbereich verwendet. Das eigentliche Potential solcher Geräte liegt aber in den vielfältigen Anwendungen im öffentlichen Sektor, so zum Beispiel die Wetterbeobachtung an Flughäfen, das Monitoring potentiell bedrohlicher Niederschlagsentwicklung, der Wasserwirtschaft, der Kurzfristvorhersage, aber auch der Landwirtschaft oder dem Event-Management.