

# AUSTRO CONTROL – Wetterradaare und WLAN im 5 GHz

Happenhofer Marco



# Agenda

- Austro Control
- Das Wetterradar
- Technik des Wetterradars
- Verwendung in der Flugsicherung
- Störungen
- WLAN und Wetterradar



# AUSTRO CONTROL

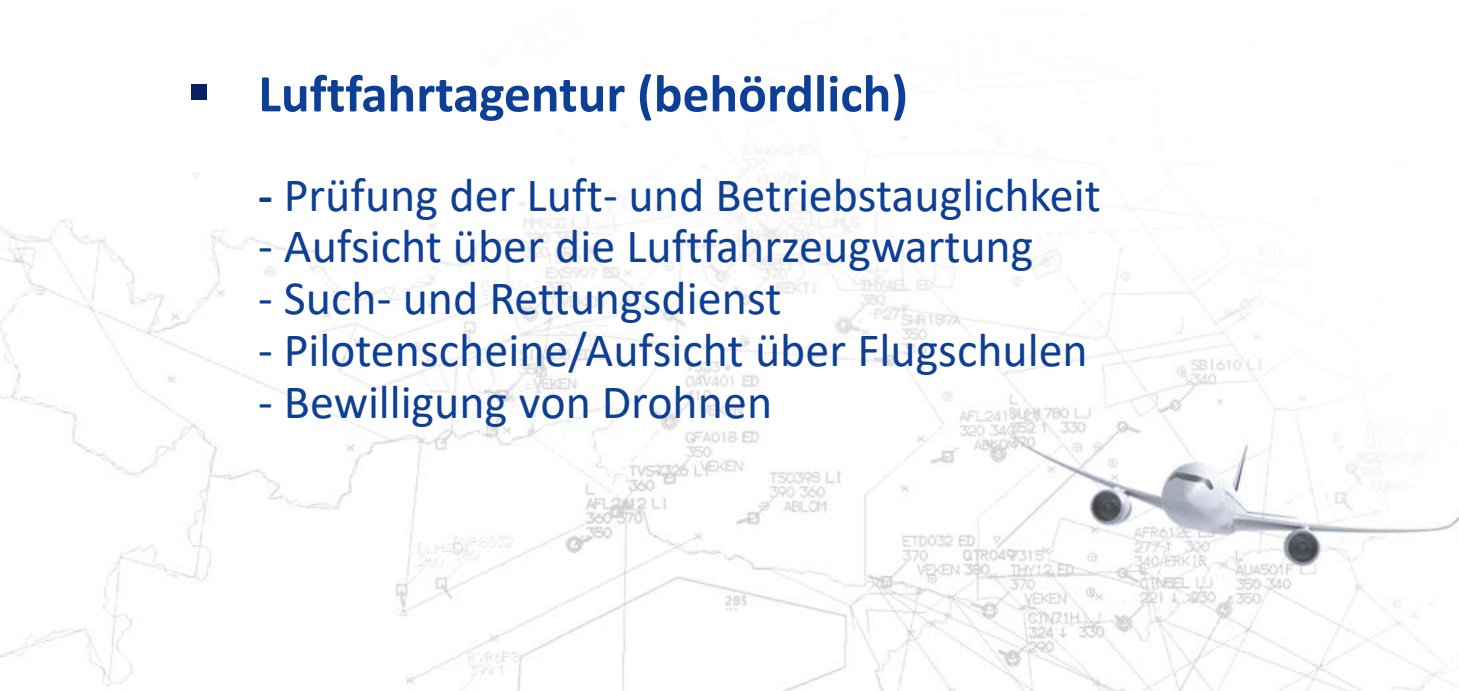
austro  
CONTROL

- ist ein privatwirtschaftlich organisiertes Unternehmen, das aus dem Bundesamt für Zivilluftfahrt hervorgegangen ist (Ausgliederung per 1. 1. 1994),
- finanziert sich durch Gebühren, die von den Luftraumbenutzern eingehoben werden,
- ist seit 2012 ein nach Single European Sky „reguliertes“ Unternehmen (wie alle anderen europäischen Flugsicherungen) mit verbindlichen Leistungszielen.
- hat ca. 1.000 Mitarbeiter.



# Aufgaben von Austro Control

- **Air Navigation Services**
  - Flugsicherung
  - Flugsicherungstechnische Anlagen
  - Flugwetterdienst
  - Akademie (Training)
  
- **Luftfahrtagentur (behördlich)**
  - Prüfung der Luft- und Betriebstauglichkeit
  - Aufsicht über die Luftfahrzeugwartung
  - Such- und Rettungsdienst
  - Pilotenscheine/Aufsicht über Flugschulen
  - Bewilligung von Drohnen



# Austro Control Standorte



Flugsicherungsstelle Innsbruck



Flugsicherungsstelle Salzburg



Flugsicherungsstelle Linz



Flugsicherungsstelle Graz



Flugsicherungsstelle Klagenfurt



Unternehmenszentrale Wien



Air Traffic Control Centre Vienna

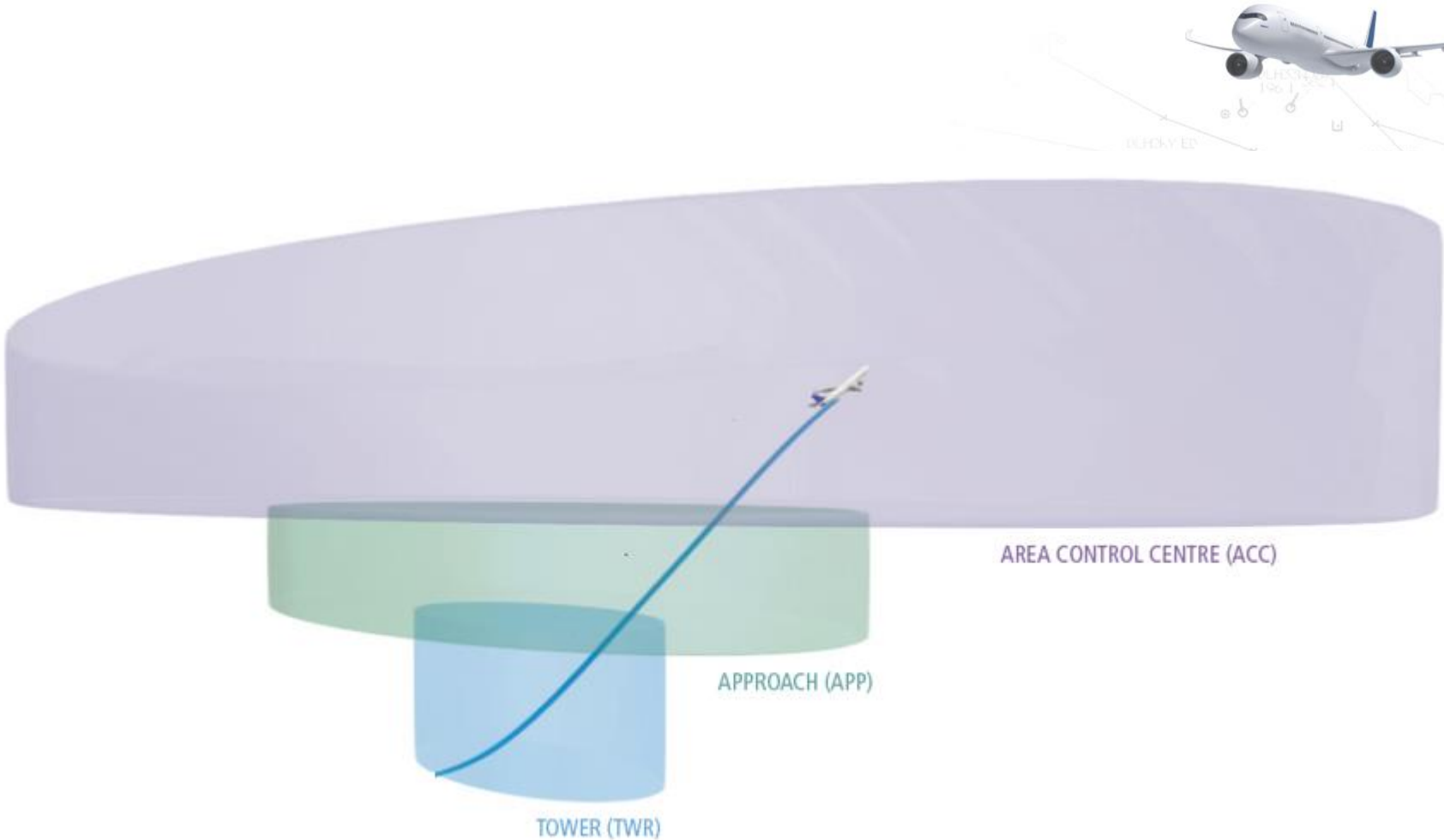


Flugsicherungsstelle Wien

# Flugsicherung in Österreich



# Luftraumstruktur



# Mindestabstände (Staffelung)



Bei gleicher Höhe:

**Horizontale Staffelung**

mind. 5 Nautische Meilen (ca. 9km) seitlich,  
nach vorne und hinten.

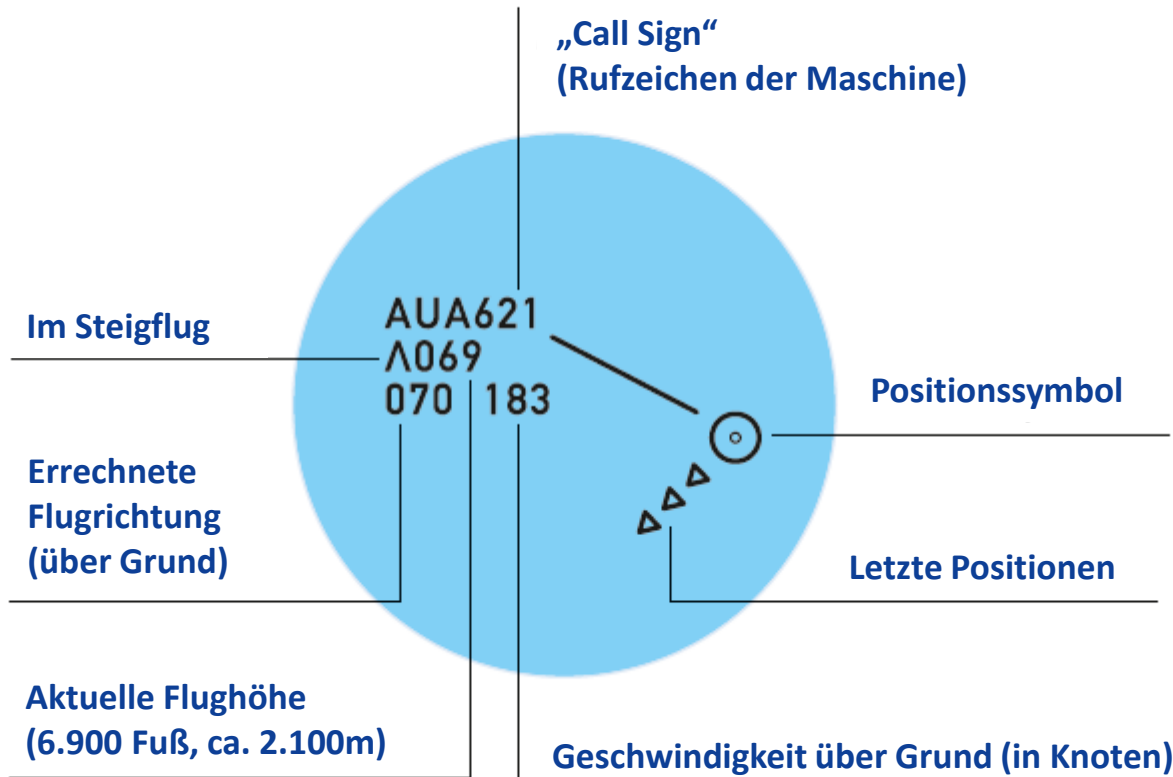
**Vertikale Staffelung**

mind. 1.000 Fuß (300m)



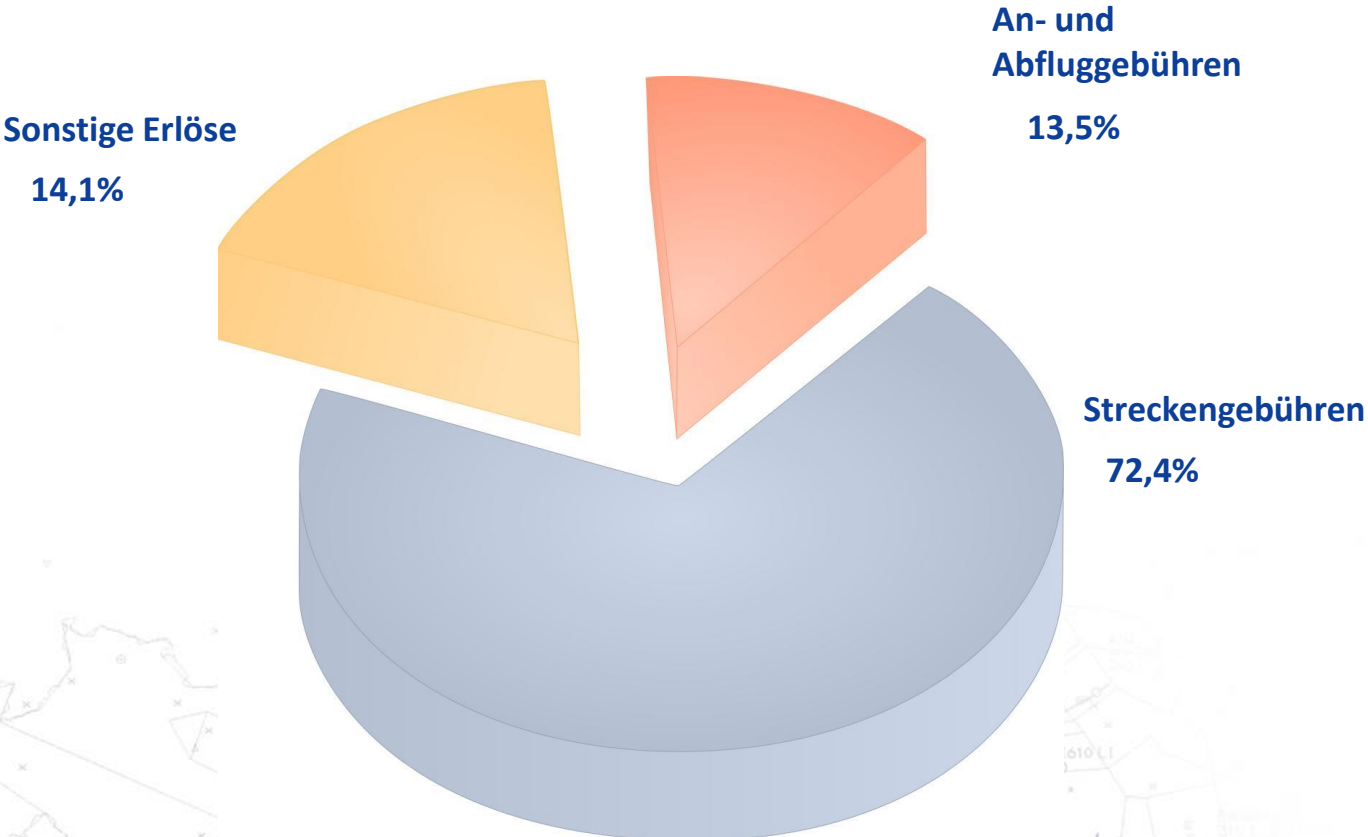


# Der Label



# Umsatzerlöse

Gesamtumsatz 2018: € 315,1 Mio.



# Air Navigation Services

ATM

- Air Traffic Management (Flugverkehrsmanagement)
- Verwaltet und überwacht den Luftraum
- Fluglotsen

MET

- Meteorologie
- Herausgabe von meteorologischen Beobachtungen und Vorhersagen für die Flugplanung, Flugantritt und während des Fluges
- Unterstützt ATM mit Wetterprognose für einen effizienten Betrieb
- Meteorologen

AES

- Austro Control Engineering Services (Technik)
- Installiert und betreibt Flugsicherungsanlagen und meteorologische Sensoren
- Techniker



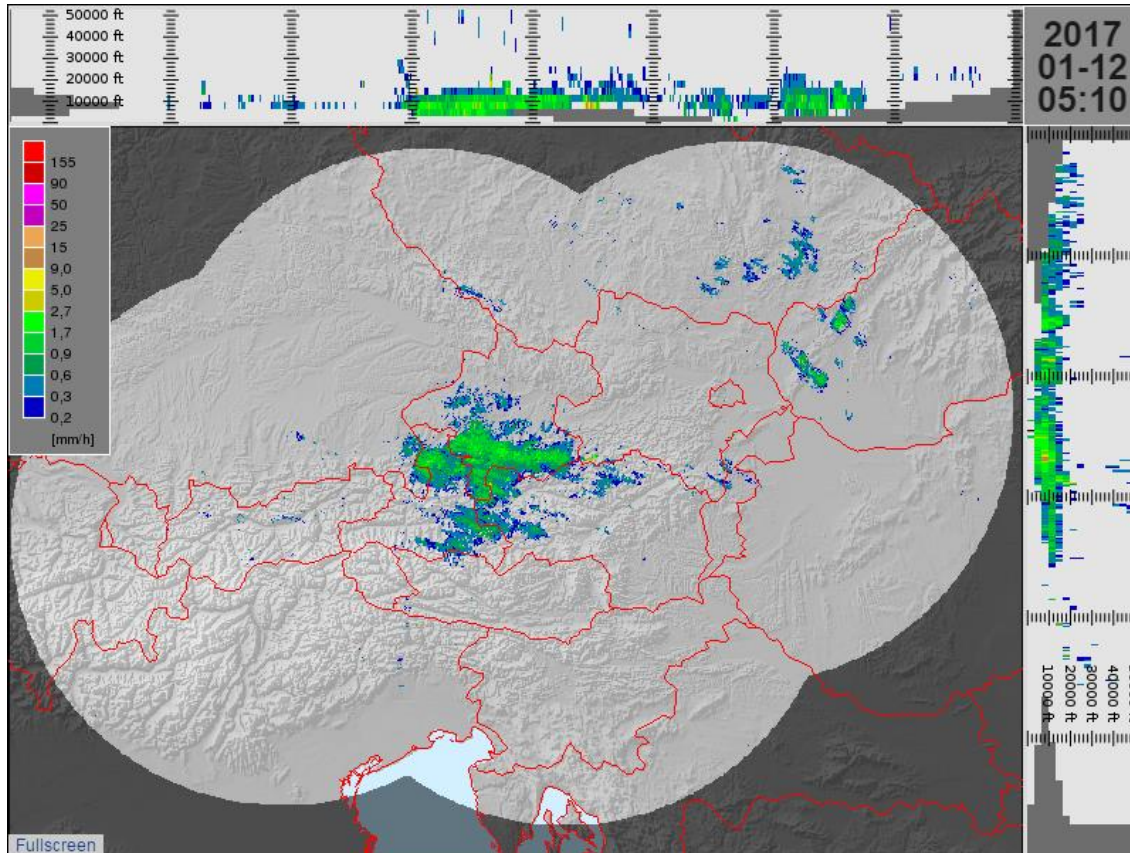
# Aufgabe des WXR



Remote Sensing von Niederschlag in 3 Dimensionen bis zu 224 km Umkreis.



# Output des WXR



3 Dimensionale Darstellung der Regenrate über Österreich.



# Austrian Weather Radar Network

Valluga (2809m msl)



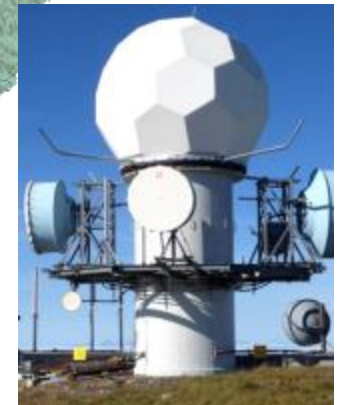
Feldkirchen (594m msl)



Wien-Rauchenwarth (250m msl)

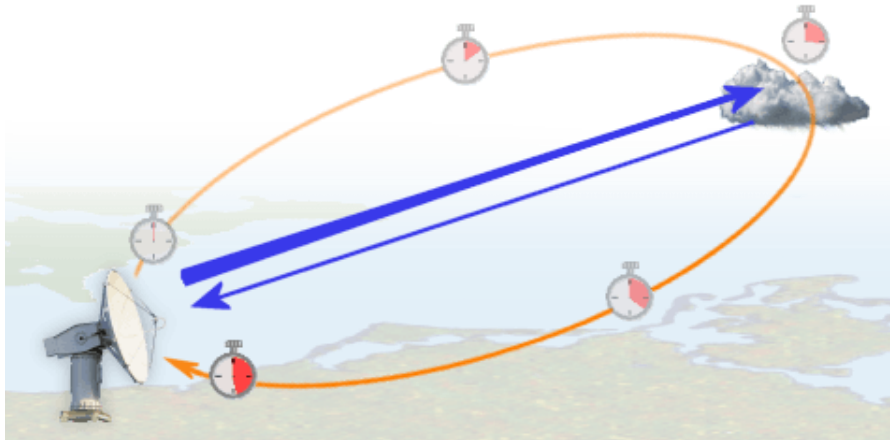


Patscherkofel (2254m msl)



Zirbitzkogel (2370m msl)

# Messgrößen – Doppler Radar

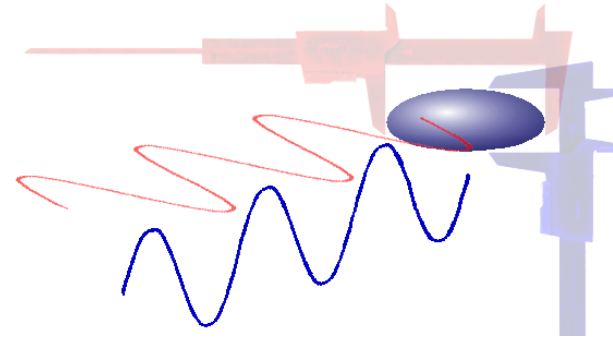
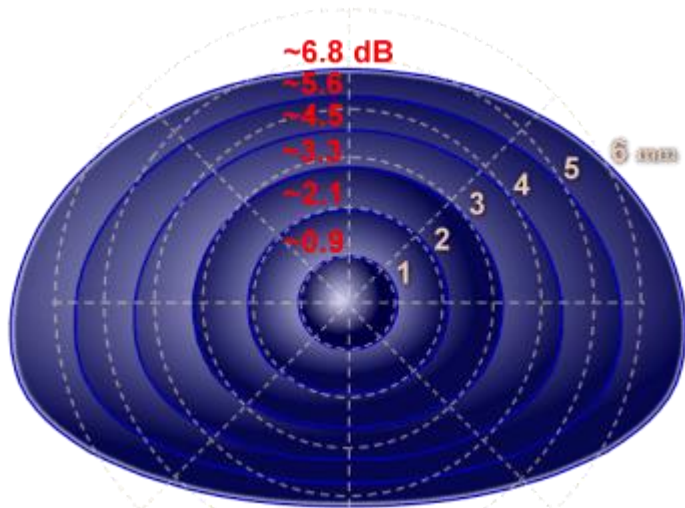


Quelle: [www.radartutorial.eu](http://www.radartutorial.eu)

- Entfernung (korreliert mit der Zeit)
- Intensität (korreliert mit der Signalstärke)
- Geschwindigkeit (korreliert mit der Dopplerverschiebung)
- Turbulenz (korreliert mit der spektralen Breite des Signals)



# Messgrößen – Polarmetrisches Radar



Quelle: [www.radartutorial.eu](http://www.radartutorial.eu)

- Differentielle Reflektivität (Verhältnis von hor. zu verk. Signal)
- Kreuzkorrelation von horizontal und vertikal polarisierenden Signal
- Differentielle Phasenverschiebung (Unterschied der Phasenverschiebung von hor. zu ver. Signal)





# WXR RAU

Type	EEC DWSR-5001C/SDP/CE
Operational since	Sep.10
Airports	Vienna (LOWW)
Sea level	250 m
Range	224 km



# WXR RAU - Sender

Type	Magnetron
Frequency	5625 MHz
Max. Pulse Voltage	~36 kV
Max. TX Power	~500 kW
Pulse width	0.8 $\mu$ sec
Pulse Repetiton Frequency	480 – 1480 Hz



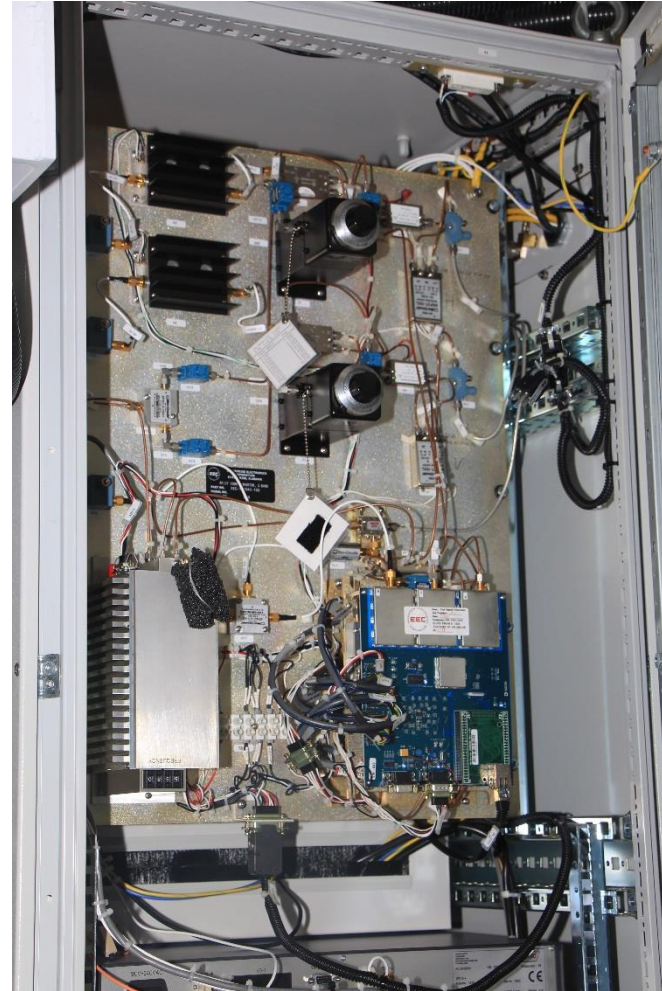
# WXR RAU - Antenne

Type	SEA-Dual Pol, Type C0861-800
Durchmesser	4,3 m
Umdrehungen/min	max. 6
Strahlbreite	< 1 Grad in Elevation & Azimuth
Antennengewinn	> 45dB



# WXR RAU - Empfänger

ZF	60 MHz
Verstärkung	26 dB pro Kanal
kleinstes erkennbares Signal	-110 dBm



# Niederschlag und Gewitter im Überflug

- Hohe Gewitterwolke (Cumulonimbus) können bis zu 10 bzw. 11 km in die Höhe reichen. Diese Wolken sind als Ambos Wolken auch bekannt.
- In dieser Wolke kommt Wasser in verschiedenen Aggregatzuständen vor (Hagel und Regen).
- Vertikale Aufwinde und Abwinde sowie Scherwinde sind Begleitphänomen von Regen- bzw. Gewitterwolken.
- Diese Winde sind im Flugzeuge als Turbulenzen wahrnehmbar.
- Diese Winde erschweren es auch den Piloten die Höhe zu halten und somit auch den Abstand zu anderen Luftfahrzeugen.



# Niederschlag und Gewitter im Anflug

- In der Nähe von Gewitterzellen können sogenannte Downburst entstehen.
- Diese Winde können die Fluglage eines startenden bzw. landenden Fliegers signifikant beeinflussen.
- In den 70er und 80er Jahre gab es eine Reihe von Flugunfällen die mit den Downbursts in Verbindung gebracht werden.
- Das Wetterradar ist eines der Mitteln um Downbursts zu erkennen (Dopplergeschwindigkeit).

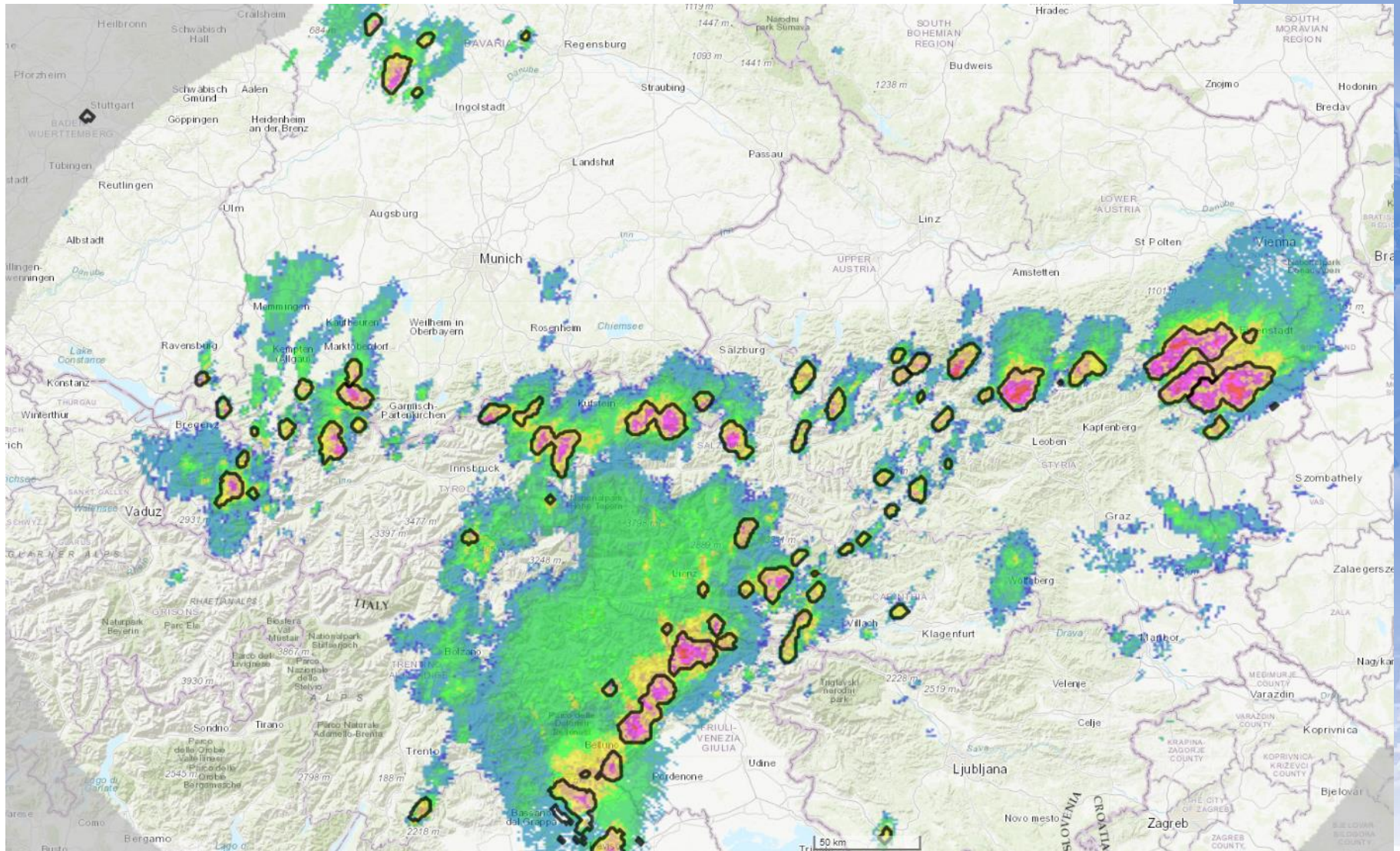


# Mehrwert für die Luftfahrt

- Wetterradare sind in der Lage vorzeitig Gefahren zu erkennen und bietet die Option betroffene rechtzeitig zu warnen.
- Detaillierte Informationen über die Wetterlage erlaubt es auch bei Schlechtwetter viele Flieger durch die Schlechtwetterbereiche zu lotsen. Somit kann im Sommerflugverkehr die Verzögerungen durch Unwetter reduziert werden.

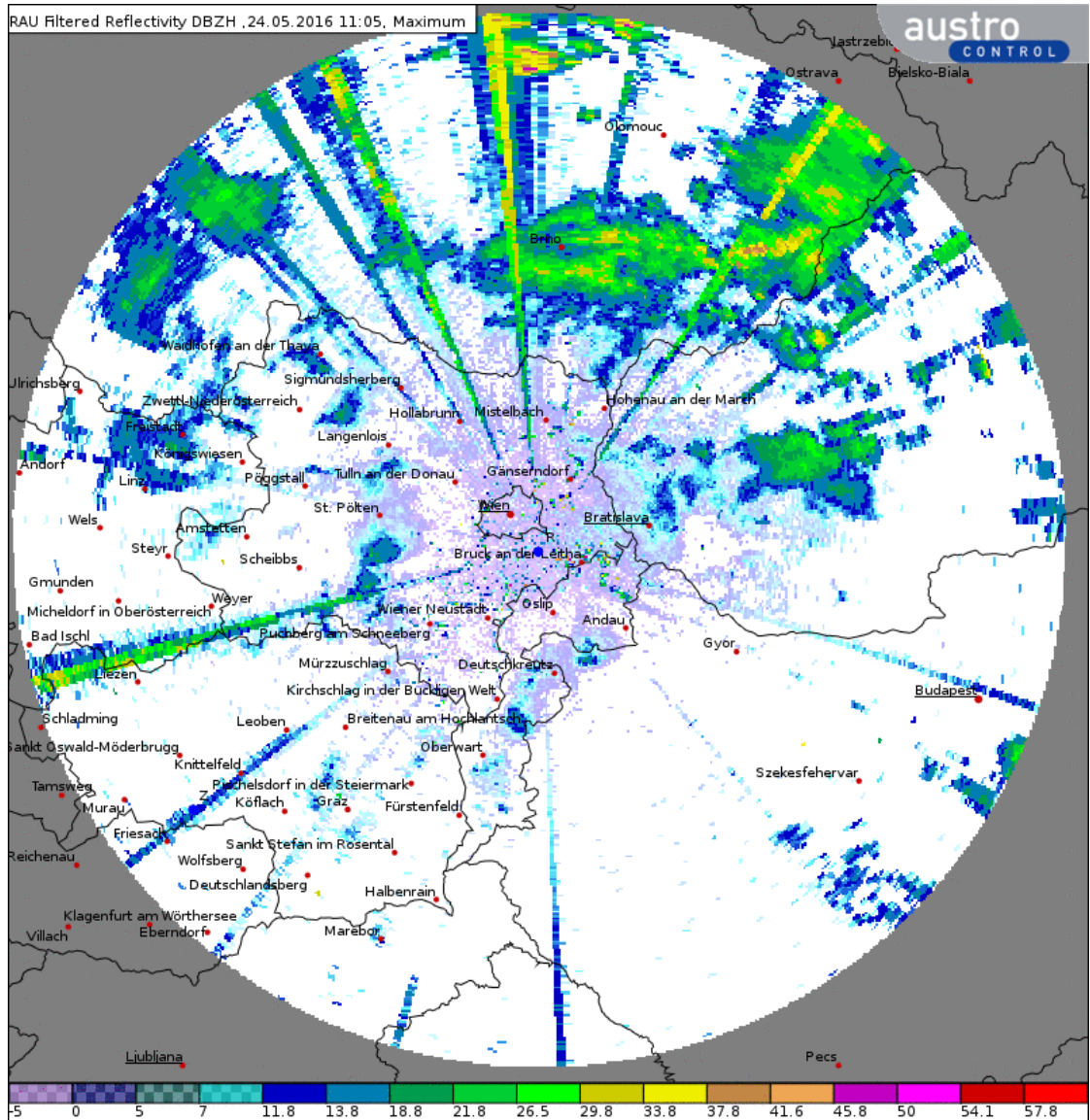


# Niederschlag und Gewitter im Überflug

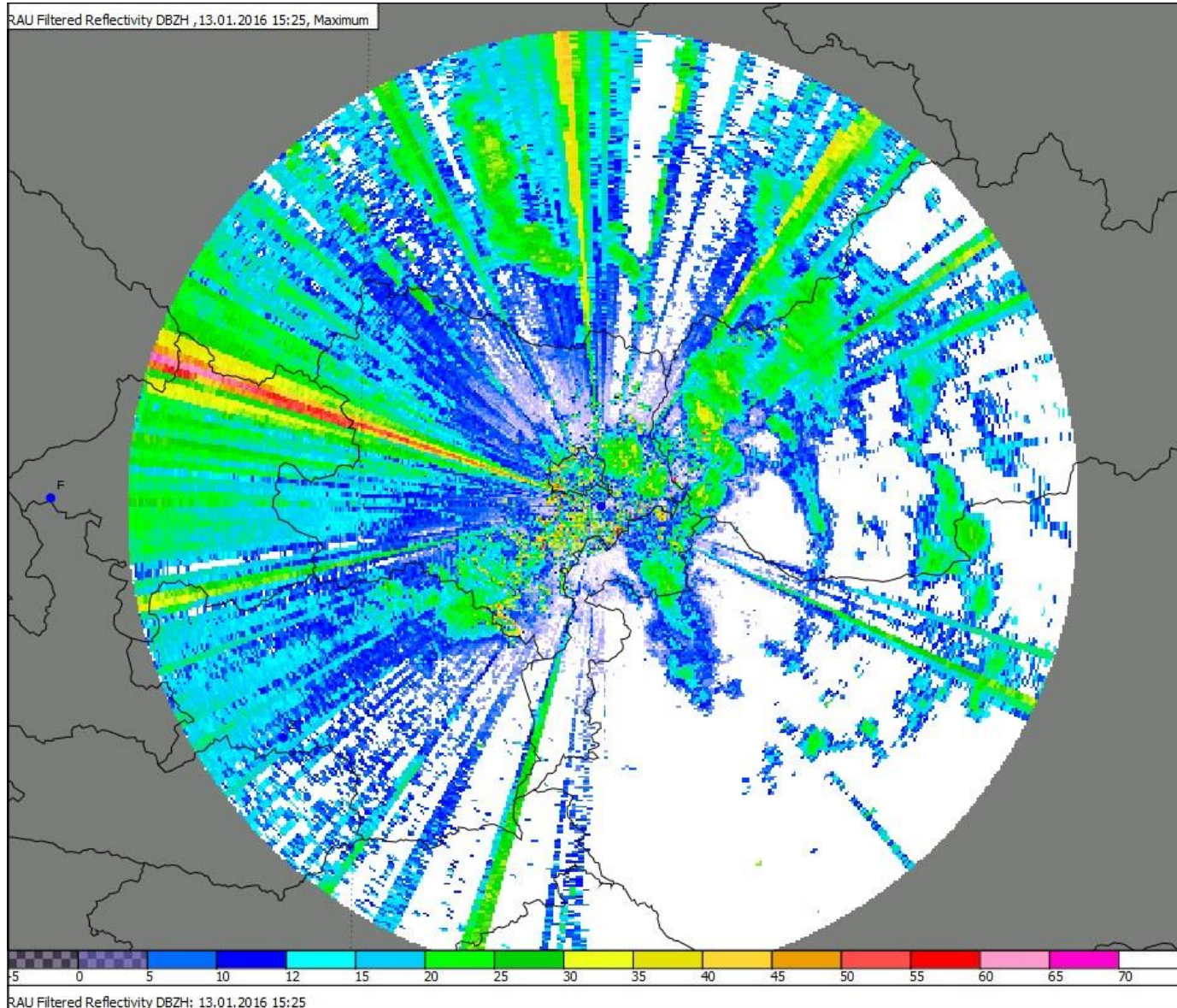




# Gestörtes WXR Bild



# Gestörtes WXR Bild



## Oft Grundlage für die Störungen



Richtfunkstrecken oder Hotspots im C-Band (5 GHz)



# Grundlage für die gemeinschaftliche Nutzung

As specified in the CEPT report **sharing between the radars in the radiodetermination service and WAS/RLANs in the frequency bands 5 250-5 350 MHz and 5 470-5 725 MHz** is only feasible with the application of power limits and mitigation techniques that ensure that WAS/RLANs do not interfere with radar applications/systems. Transmitter Power Control (TPC) and **Dynamic Frequency Selection (DFS)** have therefore been included in the harmonised standard EN 301 893 (1) developed by the European Telecommunications Standards Institute (ETSI) to provide presumption of conformity for WAS/RLAN equipment with Directive 1999/5/EC.

*Entscheidung der EU Kommission vom 11 Juli  
2011, 2005/513/EC*



# Dynamic Frequency Selection

- Einteilung in **Master** und **Slave** Devices
- Master muss alle Kanäle mit einen „**Channel Availability Check**“ überprüfen. Nur jene Kanäle die während dieses Tests kein Wetterradar Pattern erkannt haben werden zu „**Available Channel**“
- Master kann einen Available Channel zu einen Operating Channel und den Kanal in Betrieb nehmen.
- Während des Betriebs müssen Master und Slave ein „**In-Service Monitoring**“ betreiben um während des Betriebs die Präsenz eines Wetterradars zu erkennen.
- Der „**Channel Shutdown**“ wird gestartet um den Betrieb auf einen Kanal nach dem Erkennen eines Radars zu beenden.



# Frequenzplan und WLAN Kanäle

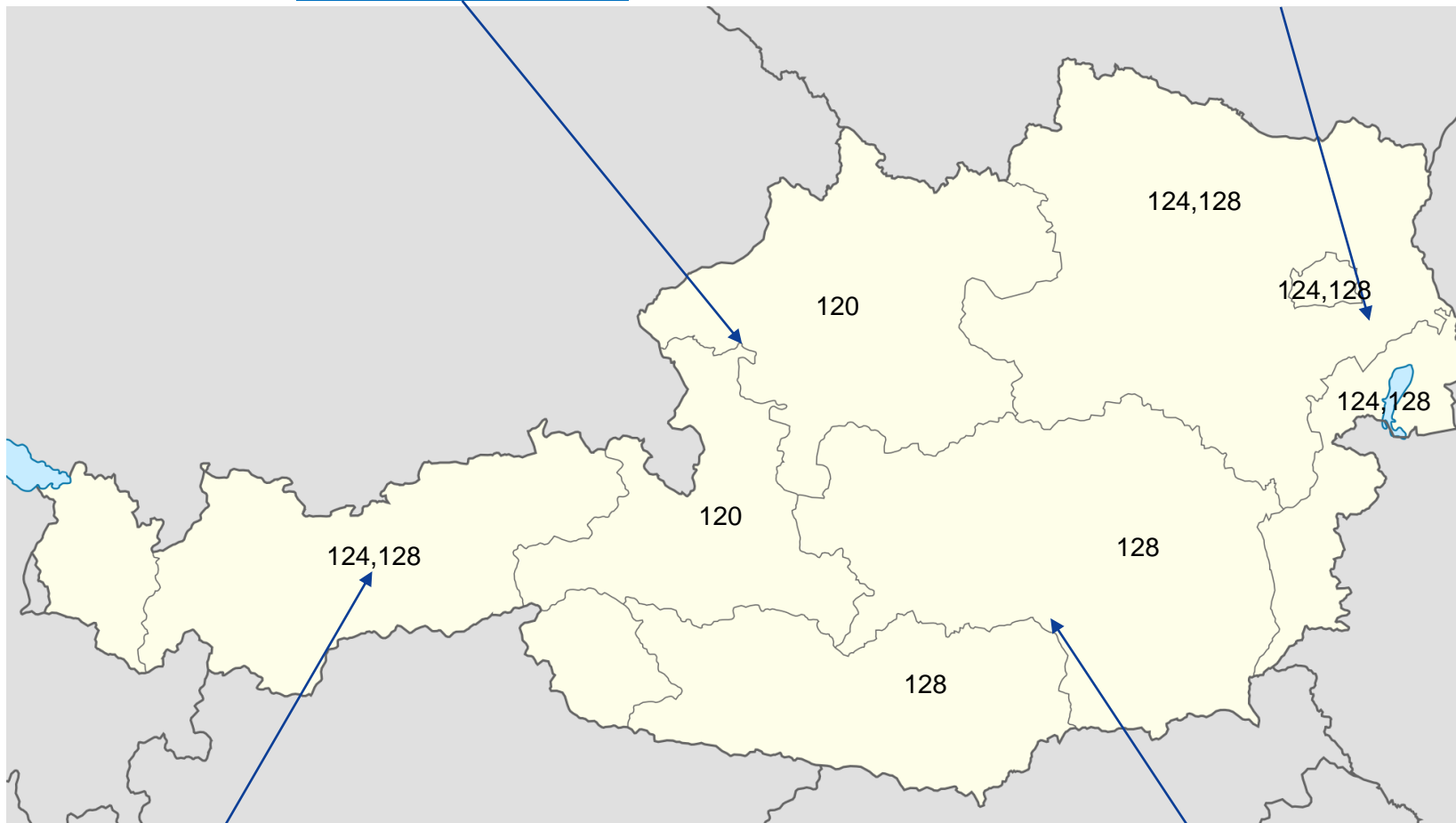
100	5,500 GHz			
104	5,520 GHz			
108	5,540 GHz			
112	5,560 GHz			
116	5,580 GHz			
120	5,600 GHz		FEL 5,600 GHz	
124	5,620 GHz	RAU 5,625 GHz		PAT 5,625 GHz
128	5,640 GHz		ZIR 5,640 GHz	
132	5,660 GHz			
136	5,680 GHz			
140	5,700 GHz			



# Definitiv kritische WLAN Kanäle (bei 20MHz)

FEL 5,600 GHz

RAU 5,625 GHz



PAT 5,625 GHz

ZIR 5,640 GHz



# Relevantes Detailwissen

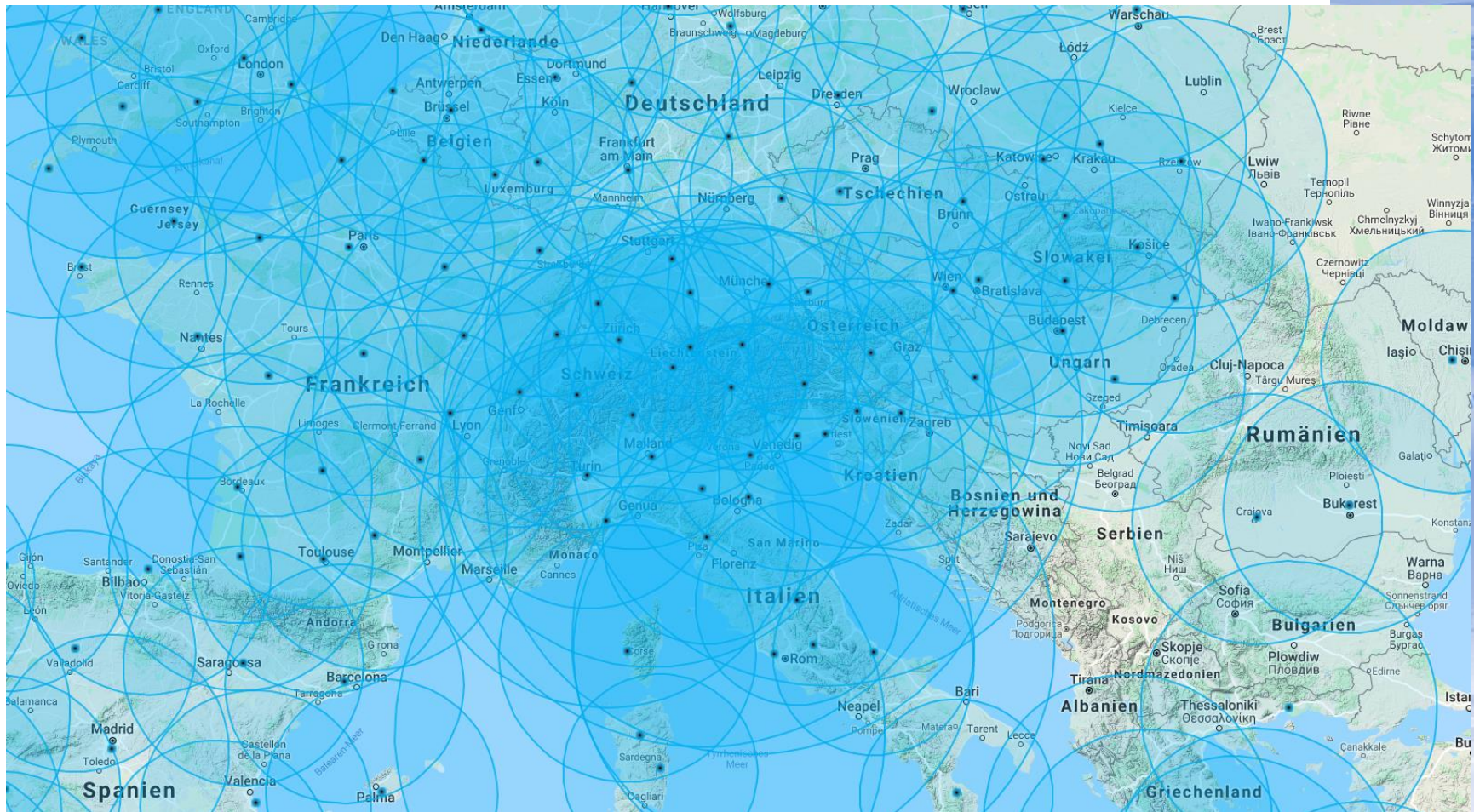
- ACG Wetterradare haben einen Zyklus von 5 Minuten, der Beam kommt alle 5 Minuten vorbei, alle 5 Minuten ist das Radar für ca. 50 ms sichtbar (grobe Regel).
- Richtfunkstrecken werden kaum eine relevante Performanceeinbuße erkennen → operativ ist das Signal des WXR kaum erkennbar (Exkl. DFS In-Service Monitoring)
- Radare können Impulse die 240 km entfernt reflektieren detektieren → hoch sensibler Empfänger
- Radar deckt eine Fläche von mehreren hundert km<sup>2</sup> ab → unmöglich die Frequenz an alle dort vorhanden WLANs anzupassen
- Regelmäßige Wartungen erfordern Abschaltungen, daraus ergeben sich immer wieder Zeiten in denen das Radar nicht in Betrieb ist und DFS kein Radar auf der Frequenz findet





# Nachbarländer

[https://www.eumetnet.eu/wp-content/themes/aeron-child/observations-programme/current-activities/opera/database/OPERA\\_Database/index.html](https://www.eumetnet.eu/wp-content/themes/aeron-child/observations-programme/current-activities/opera/database/OPERA_Database/index.html)



# Schlusswort

- Wetterradar und 5GHz WLAN nutzen das selbe Spektrum
- Wetterradare können nicht auf die Konfigurationen aller WLAN Netze in ihren Arbeitsbereich Rücksicht nehmen
- DFS ist die vorgeschriebene Methode um die Koexistenz zu ermöglichen
- Korrekte Konfiguration und Betrieb der WLAN Knoten ist notwendig um Störungen beim Wetterradar zu verhindern
  - DFS muss implementiert und aktiviert sein
  - DFS ist leider keine Garantie für keine Störungen
  - Kontrolle der verwendeten Frequenzen
- Ungestörtes Wetterradar ist ein Bestandteil für effiziente und sichere Flugverkehrsleitung





**Dr. DI. Happenhofer Marco**  
Senior System Analyst  
AES / Service Integration / AIM-MET

Austro Control GmbH  
Wagramer Straße 19  
1220 Wien

Tel +43.51703.3002  
Fax +43.51703.1406  
Mobil: +43 664 6100 356  
e-mail:

[marco.happenhofer@austrocontrol.at](mailto:marco.happenhofer@austrocontrol.at)

www.austrocontrol.at

