

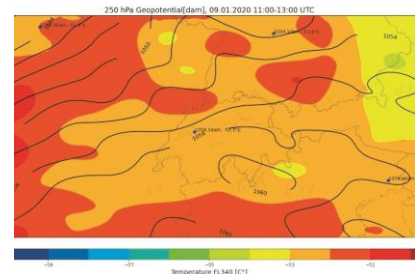
## Extraktion und Aufbereitung von sekundären Daten aus ADS-B und Mode-S Meldungen

«Automatic Dependent Surveillance – Broadcast» und Mode-S sind Sekundärradarprotokolle, bei welchen Luftfahrzeuge selbstständig oder auf Abfrage unterschiedliche Daten wie Position, Höhe, Geschwindigkeit und viele weitere Parameter unverschlüsselt aussenden. Die Plattform OpenSky Network archiviert solche Nachrichten und stellt diese Forschungseinrichtungen kostenlos zur Verfügung. Die vorliegende Arbeit verwendet Sekundärradardaten zur Beantwortung von Forschungsfragen aus zwei verschiedenen Themenfeldern. Im ersten Teil wird untersucht, inwiefern diese zusätzliche Informationsquelle in der Meteorologie genutzt werden könnte. Aus Sekundärradardaten werden deshalb die Geopotentialhöhe sowie die Temperatur angenähert und im Stil einer Wetterkarte dargestellt sowie mit geeigneten Referenzdaten verglichen. Der zweite Teil der Arbeit beinhaltet die Analyse von den in Sekundärradardaten enthaltenen Qualitätsindikatoren, anhand welcher Signale des Globalen Navigationssatellitensystems kategorisiert werden. Für die Auswertung dieser Qualitätsinformationen wird der «Radius of Containment» mittels Parameter für die «Navigation Integrity Category» und den zugeordneten Zusatzbits ermittelt. Durch diese Art der Datenauswertung könnte das Erkennen von aktiv verursachten Störungen der Signale erkannt werden. Für beide Teilbereiche werden mit Python geeignete Methoden entwickelt und auf die jeweiligen Daten angewendet. Die generierte Wetterkarte zeigte im Vergleich mit Radiosondierungsdaten sowie Referenzdaten des «National Centers for Environmental Prediction» an vier Werktagen im Januar 2020, dass nicht erkannte, fehlerhafte Daten zu signifikanten Abweichungen in den Resultaten führen können, was sich mit Erkenntnissen aus der Literatur deckt. Bezüglich der generellen Qualität der Satellitensignale für Navigationszwecke konnten mithilfe des ermittelten Indikators für den «Radius of Containment» und basierend auf der Verteilung der Werte für die «Navigation Integrity Category» erste Aussagen gemacht werden, auch wenn die Entwicklung einer automatisierten Erkennungsmethode nicht erfolgreich war. Anhand des ausgewerteten Einschlussradius konnte ausserdem der bereits in den Rohdaten enthaltene «Horizontal Containment Radius» spezifiziert werden. Die Unzuverlässigkeit der Sekundärradardaten stellte dabei die grösste Hürde dar.



Diplomierende  
Simon Grünenfelder  
Damian Zeder

Dozent  
Manuel Waltert



Aus zwei Stunden (09.01.2020, 11:00-13:00 UTC) ADS-B und Mode-S Daten extrahierte 250 hPa Geopotentialhöhe (schwarze Kontourlinien) und Temperatur auf 250 hPa Druckhöhe (eingefärbt). Radiosondierungen als Referenz (blaue Punkte).



Die Flugbewegung mit dem Kürzel «5000bb\_0» wurde am 04.02.2021 live beobachtet, als diese mutmasslich von Störungen betroffen war. Aus diesem Grund fiel die Wahl des Referenzdatensatzes auf diesen Tag mit dem geografischen Fokus um Zypern.