

# Langzeitbeobachtungen von Flüssigwasserwolken mittels bodengebundener Fernerkundung in Jülich

Bernhard Pospichal, Ulrich Löhnert

Universität zu Köln  
Institut für Geophysik und Meteorologie



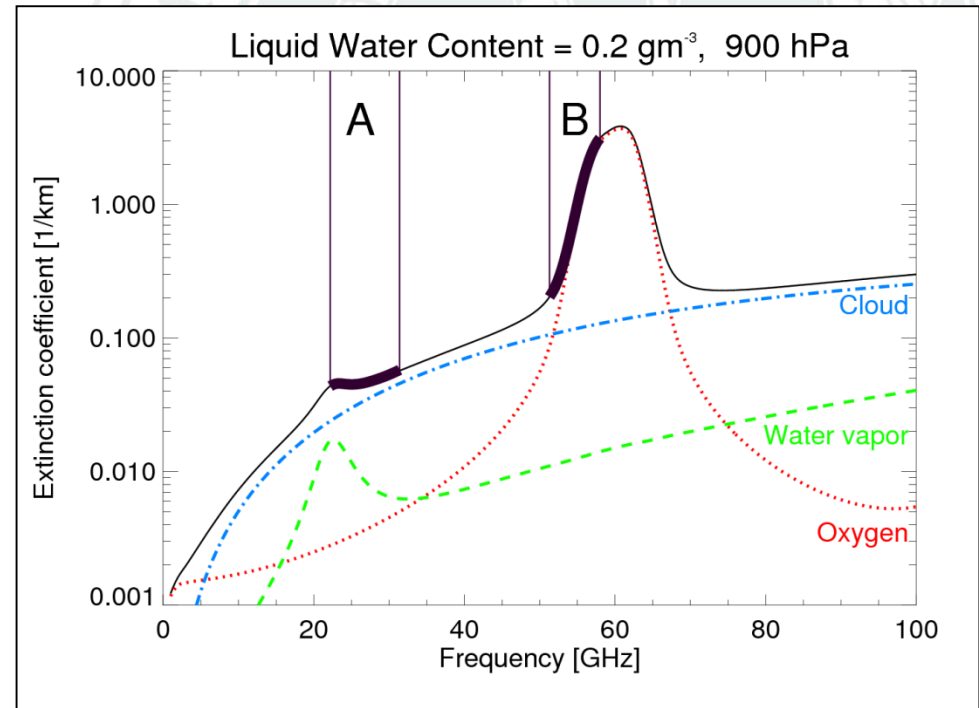
# Motivation

- **Flüssigwasserwolken haben einen großen Einfluss auf die Strahlungsbilanz der Erde**
- **Umfassende Beobachtung nur mit Fernerkundung möglich**
- **Kenntnis von Flüssigwasser z.B. auch für Luftfahrt wichtig**
- **Hohe zeitliche Variabilität sowie vertikale Verteilung der Wolken durch bodengebundene Beobachtungen detektierbar**
- **Lange Zeitreihe von Wolkenbeobachtungen in Jülich (JOYCE-CF) im Rahmen von Cloudnet**



# Wie messe ich Flüssigwasser in Wolken?

- Keine „herkömmlichen“ operationellen Methoden zur Messung von Flüssigwasser
- Radiosonden liefern nur rel. Feuchte
- Wolkentröpfchen emittieren Mikrowellenstrahlung



- Mikrowellenradiometer (MWR) können mit 1 Sekunde Auflösung beobachten, nur Säulengehalte möglich
- Satelliten: VIS/NIR, MW, Problem: zeitliche Variabilität
- Für vertikale Verteilung: Kombination Lidar/Radar/MWR



# Wie messe ich Flüssigwasser in Wolken?

- Mikrowellenradiometer sind für den Dauereinsatz ausgelegt, daher Langzeitmessreihen möglich
- Ableitung von Atmosphärengrößen mittels statistischer Verfahren
- Problem: LWP-Verteilung ist nicht symmetrisch (viele Fälle  $LWP=0 \text{ g/m}^2$ ), oft Korrektur nötig
- Vorsicht:
  - Messungen bei Regen nur mit starken Einschränkungen
  - Keine Messung von Eiswolken!





# Genauigkeit der Messungen, Fehlerbetrachtung

- Fehlerquellen:
  - Kalibrationsfehler, Driften
- Retrievalfehler:
  - Annahmen in statistischen Retrieval-Algorithmen ungenau oder fehlerhaft (Klimatologie, Wolkenmodelle, Gasabsorption, etc.)
- Messfehler
  - Kalibration
    - Genauigkeit der LWP-Messung:
      - 20-30 g/m<sup>2</sup> RMSE, ~5 g/m<sup>2</sup> Sensitivität



# Standort der Beobachtungen

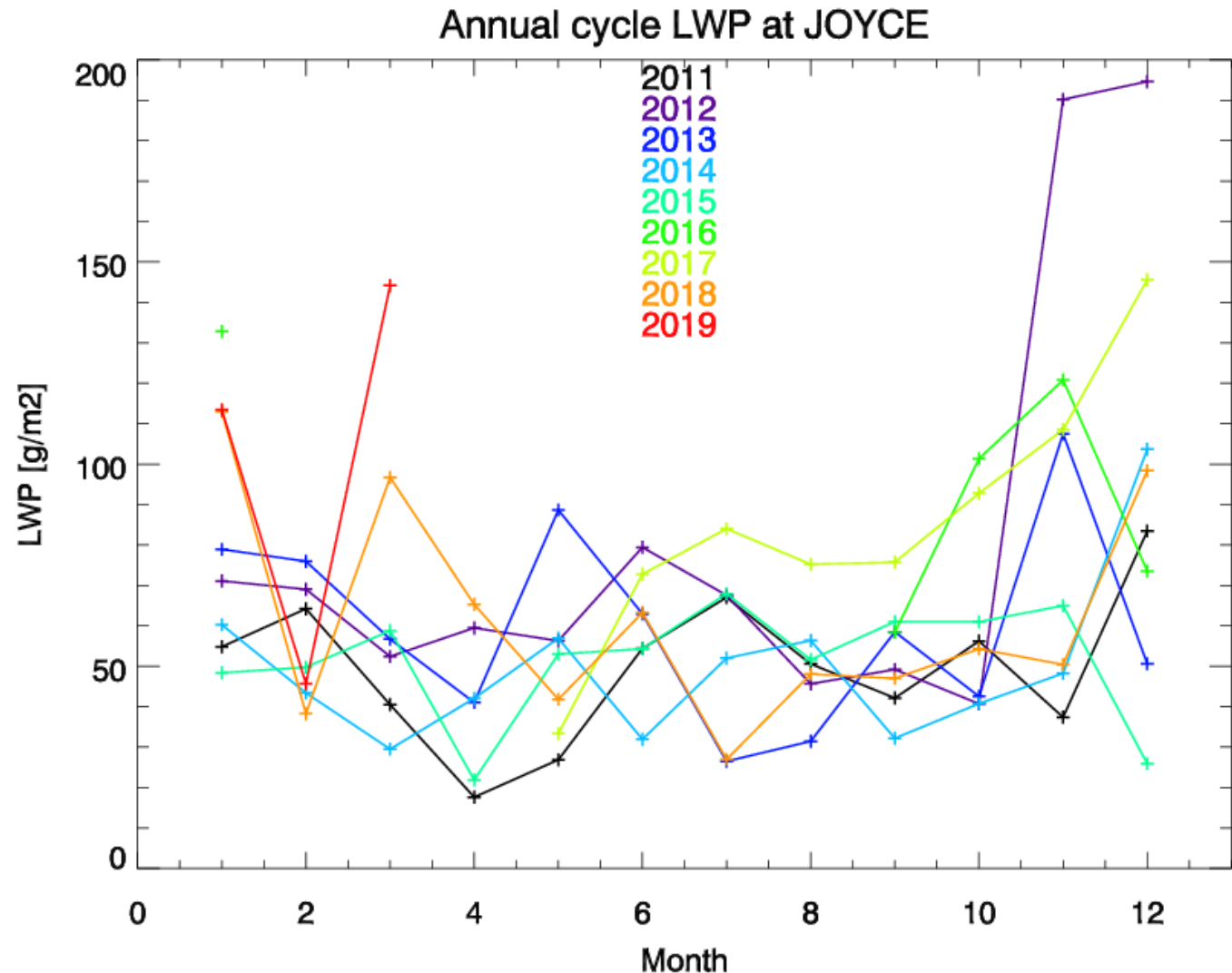
- JOYCE-CF wird von den Universitäten Köln und Bonn betrieben
- Standort der bodengebundenen Wolkenbeobachtungen am Forschungszentrum Jülich
- Setup von > 15 aktiven und passiven Fernerkundungsmessungen

**JOYCE - CF**

*JOYCE-CF: Jülich Observatory for Cloud Evolution – Core Facility*

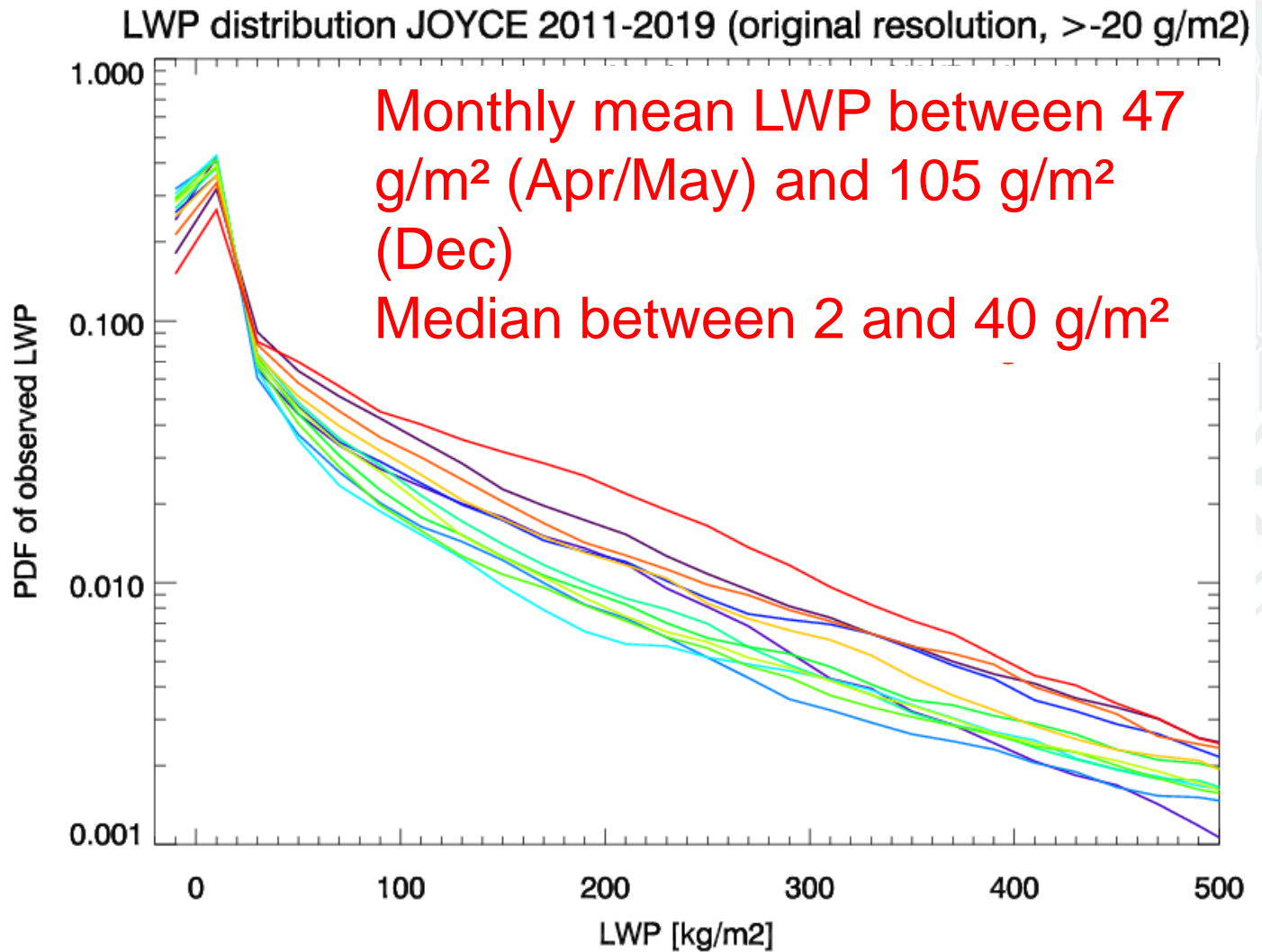
# LWP Verteilungen

Monatsmittel  
des Flüssig-  
wasserpfads  
(LWP) in Jülich  
Daten 2011-  
2019



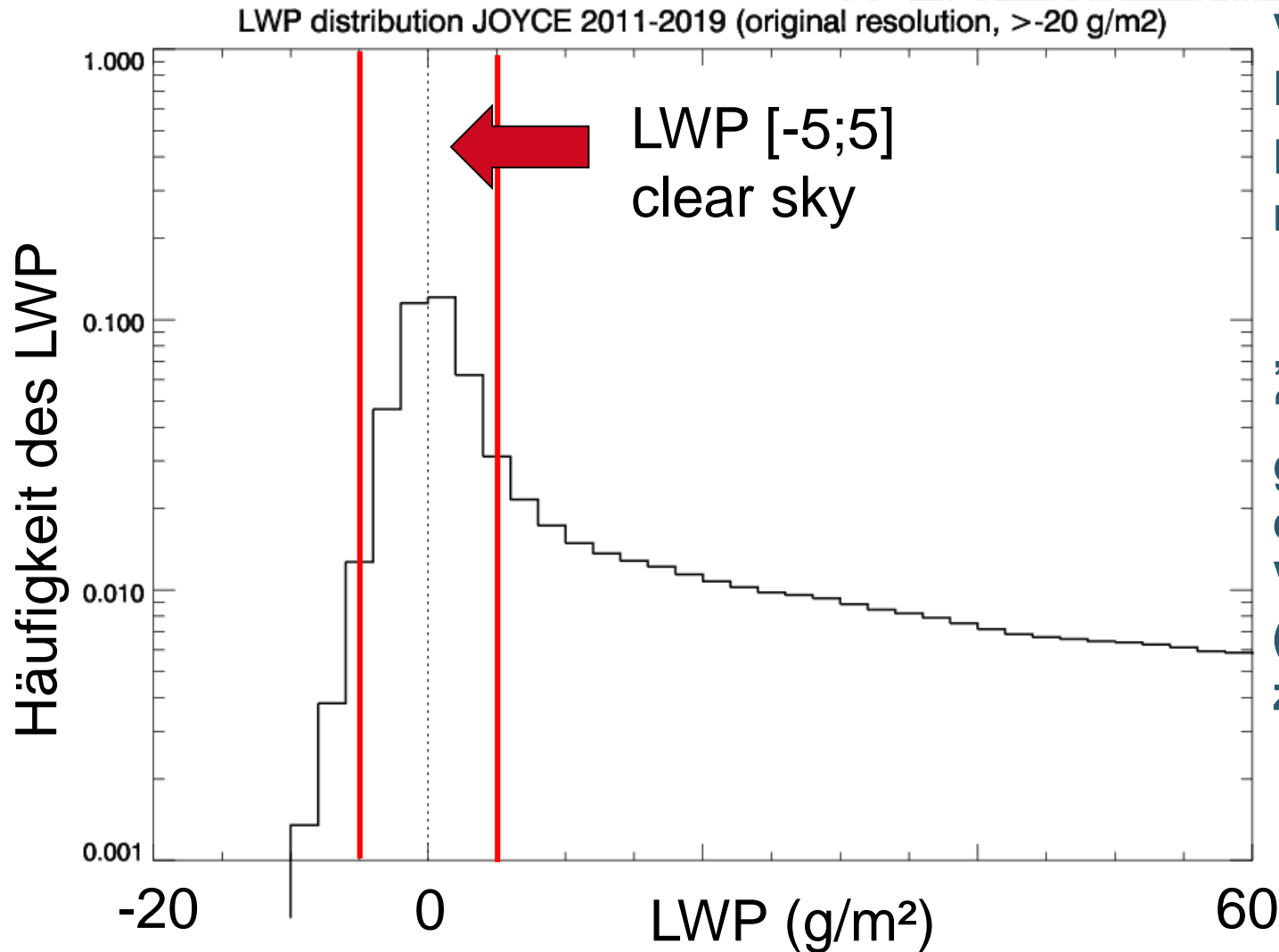
# LWP Verteilungen

Monatliche  
Verteilung  
des Flüssig-  
wasserpfads  
(LWP) in  
Jülich  
Daten 2011-  
2019





# Problem LWP = 0 g/m<sup>2</sup>



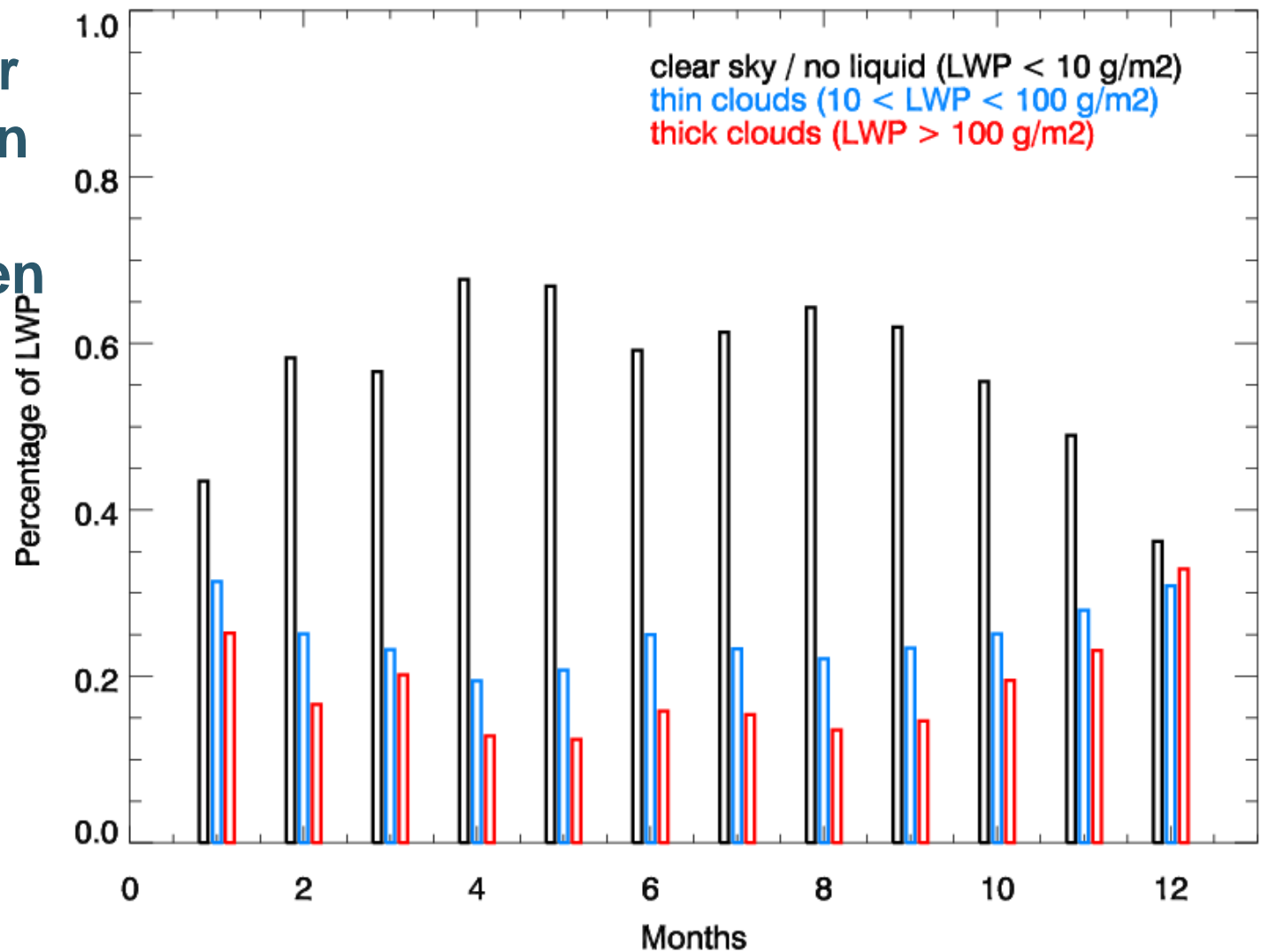
Verteilung aller  
LWP-Messungen:  
Peak bei Werten  
rund um 0 g/m<sup>2</sup>

„Unphysikalische“  
Werte unter 0  
g/m<sup>2</sup> kommen  
durch statistische  
Verfahren  
(Rauschen)  
zustande



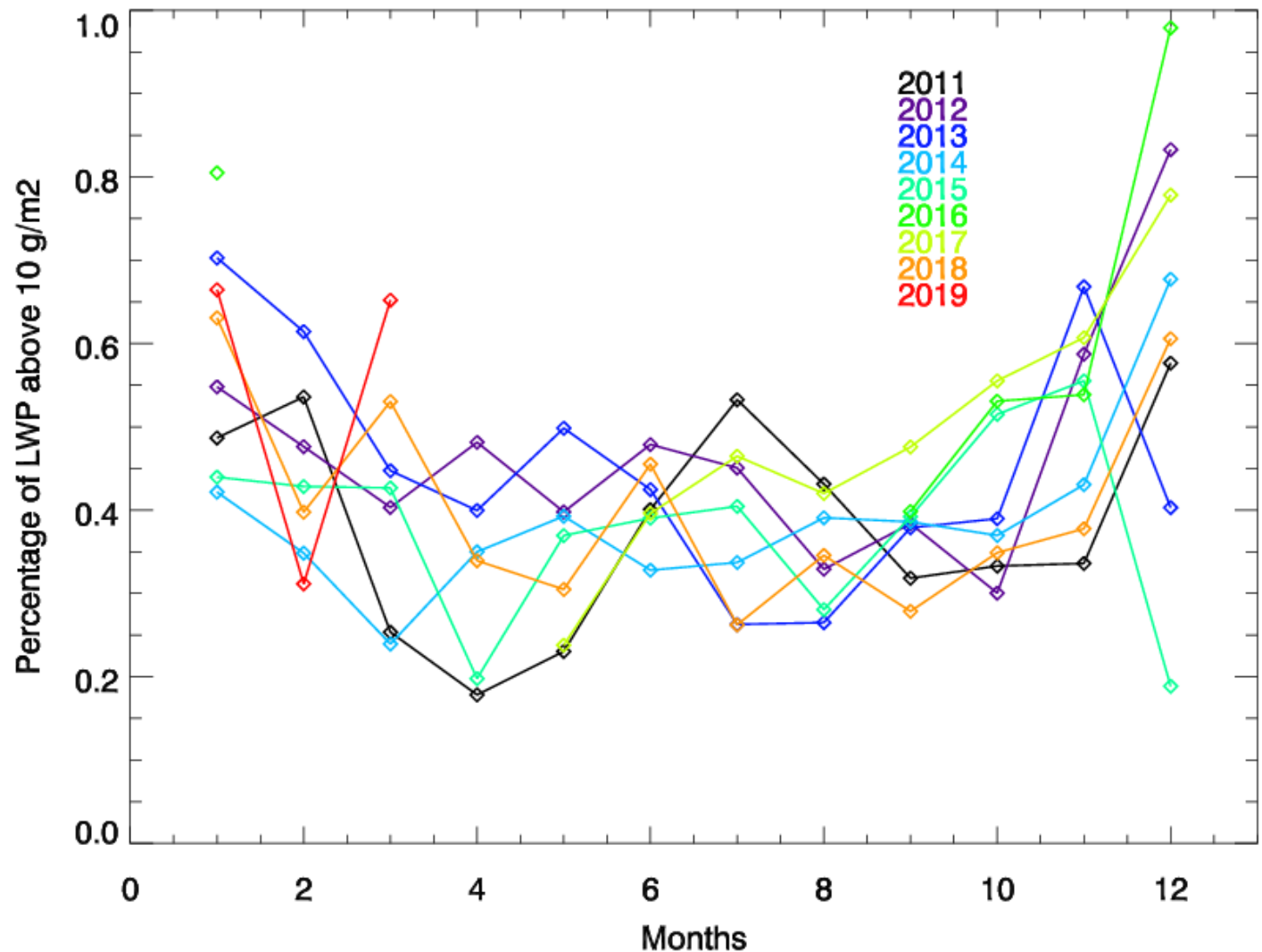
# LWP Statistik

Statistik über  
Auftreten von  
Flüssig-  
wasserwolken  
in Jülich  
Daten 2011-  
2019



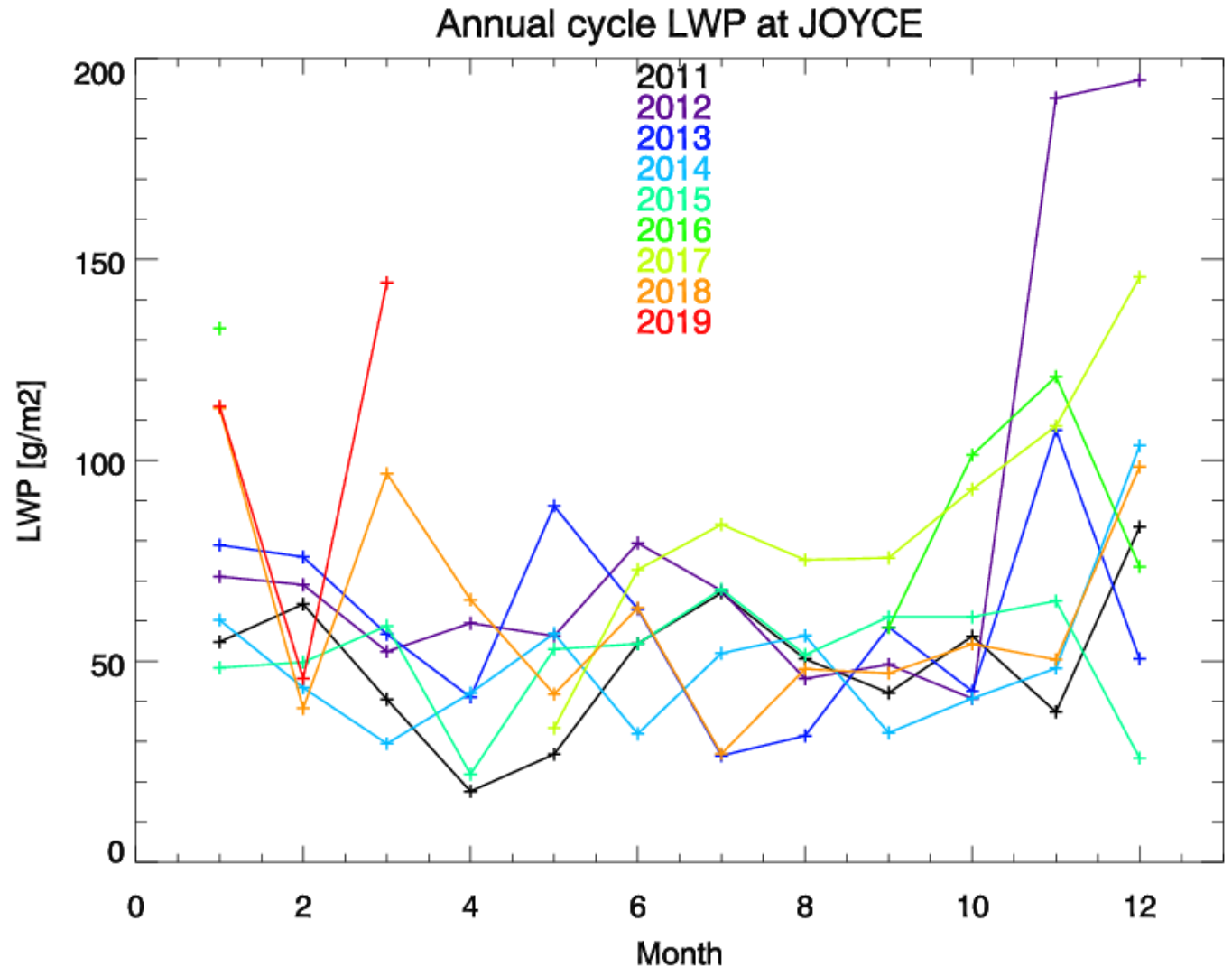
# LWP Statistik

Statistik über  
Auftreten von  
Flüssig-  
wasserwolken  
in Jülich  
Daten 2011-  
2019



# Vergleich zweier Standorte

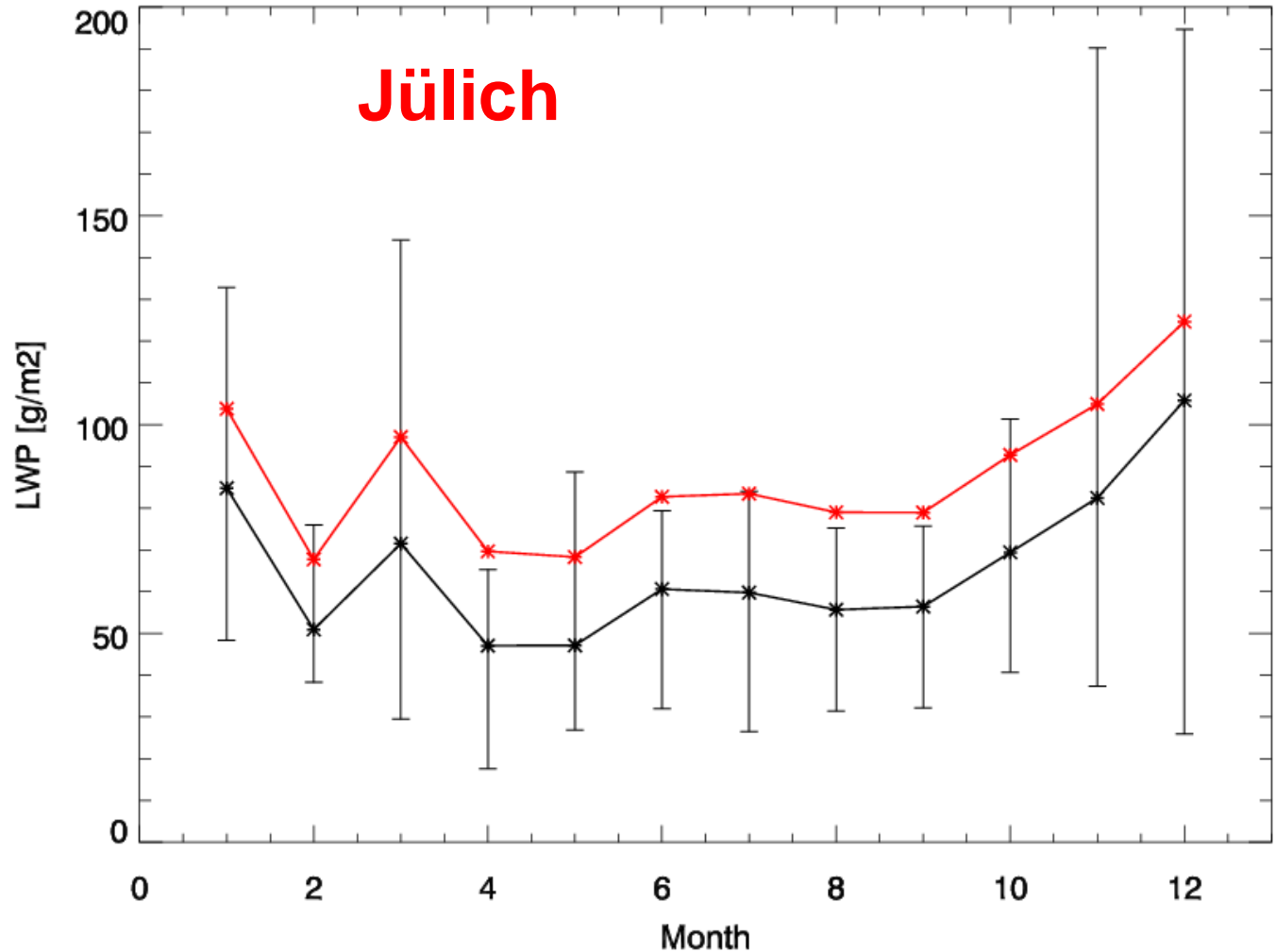
Statistik über  
Auftreten von  
Flüssig-  
wasserwolken  
in Jülich  
Daten 2011-  
2019





# Vergleich zweier Standorte

Monthly mean LWP at JOYCE (black: all values, red: only LWP > 0 g/m<sup>2</sup>)



Statistik über  
Auftreten von  
Flüssig-  
wasserwolken  
in Jülich und  
auf dem  
Schneeferner-  
haus

Daten 2011-  
2019

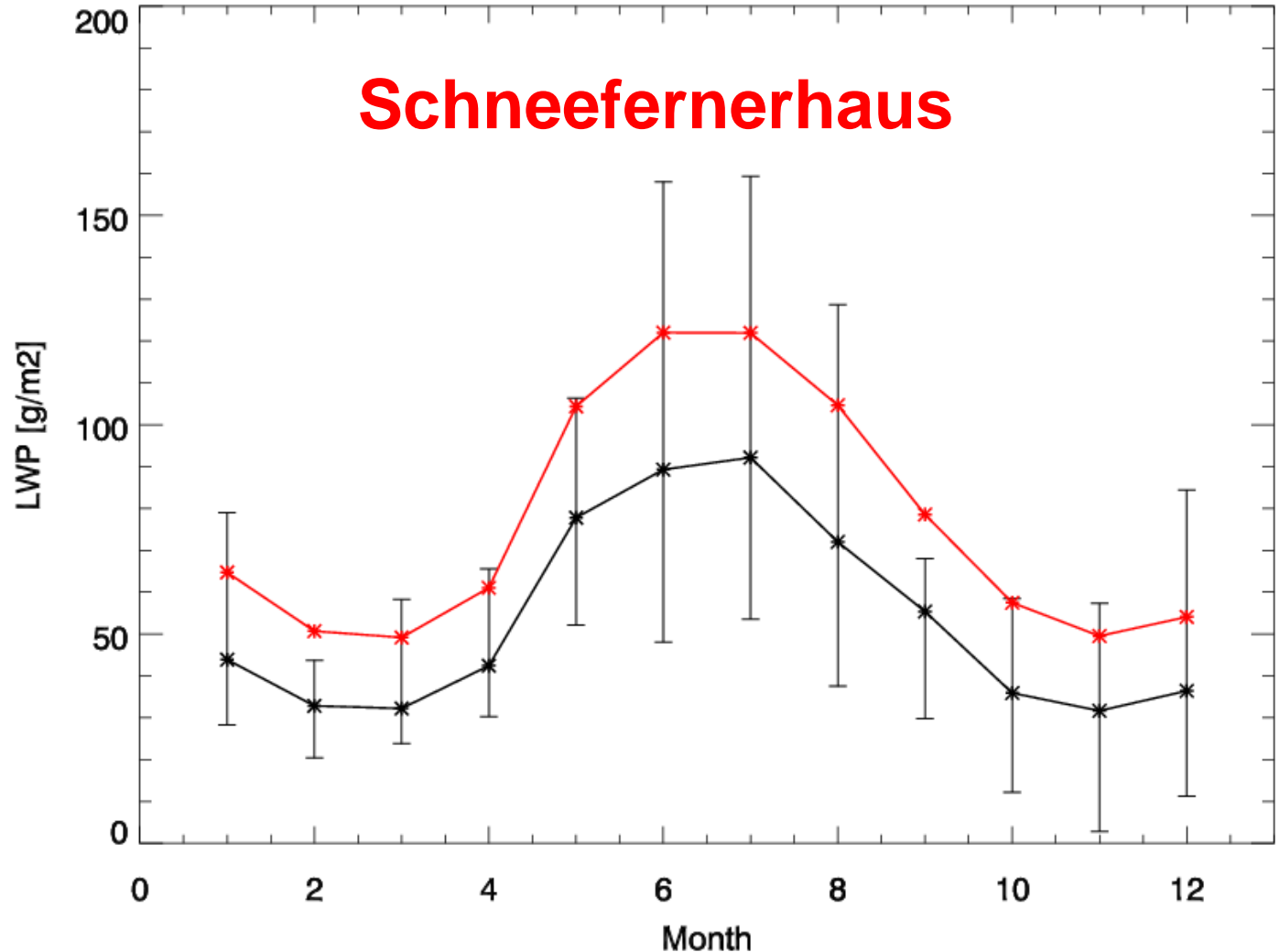


# Vergleich zweier Standorte

Monthly mean LWP at UFS (black: all values, red: only LWP > 0 g/m<sup>2</sup>)

Statistik über  
Auftreten von  
Flüssig-  
wasserwolken  
in Jülich und  
auf dem  
Schneeferner-  
haus

Daten  
2010/11-2019



# Netzwerke (Cloudnet/ACTRIS)

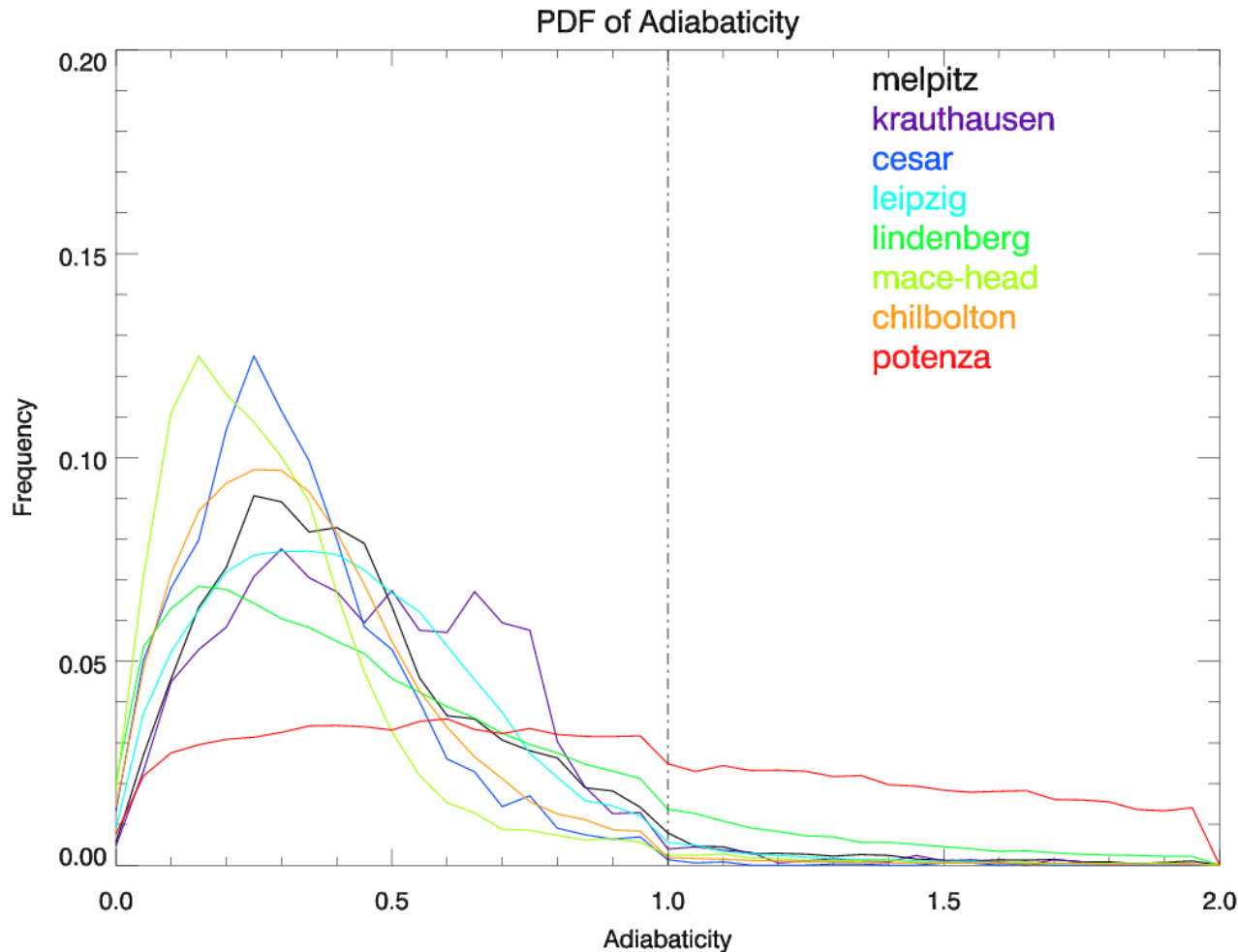


**> 15 Cloud remote sensing stations  
(cloud radar, ceilometer, Doppler lidar, MWR)**

- ACTRIS (Aerosol, Cloud and Trace gas Research Infrastructure)
- Netzwerk von MWR wird dichter, jede Cloudnet-Station benötigt ein MWR
- Qualitätskontrolle und gemeinsame Datenprozessierung für vergleichbare Resultate wichtig
- JOYCE wird in ACTRIS als „central facility“ für MWR



# Beispiel: Cloudnet liquid water statistics



Wie gut folgen reale Wolken der Annahme eines adiabatisch mit der Höhe ansteigenden LWC? > Adiabazität

Verteilungen hängen stark von genauen LWP-Messungen ab

Fragen: Spiegeln die verschiedenen Verteilungen die Realität wider?

Statistics over many years of Cloudnet obs.,  
only single-layer non-drizzling and purely liquid clouds chosen





# Zusammenfassung

- **Mikrowellenradiometer liefern zeitlich hoch aufgelöste Daten von Flüssigwasserwolken**
- **Lange Zeitreihen erlauben statistische Auswertungen (z.B. 9 Jahre JOYCE, > 10 Jahre Schneefernerhaus)**
- **Genaue Fehlerbetrachtung wichtig**
- **In Zukunft homogene Daten im Rahmen von ACTRIS/Cloudnet an 15-20 Stationen in Europa (potentiell noch deutlich mehr)**

