



meteomatics

Meteodrones to Master the Weather.

Meteodrones – Revealing the Unknown of the Planet Boundary Layer

Dr. Martin Fengler, CEO

E-mail: mfengler@meteomatics.com

Meteomatics Company Profile



- Weather service provider
- Offices in Berlin & St. Gallen (Switzerland)
- Employees with strong backgrounds in physics, mathematics and computer sciences
- Over 10 years of experience, customers in various sectors
- Specialized on industrial weather forecasts
- High-resolution local weather models and data distribution

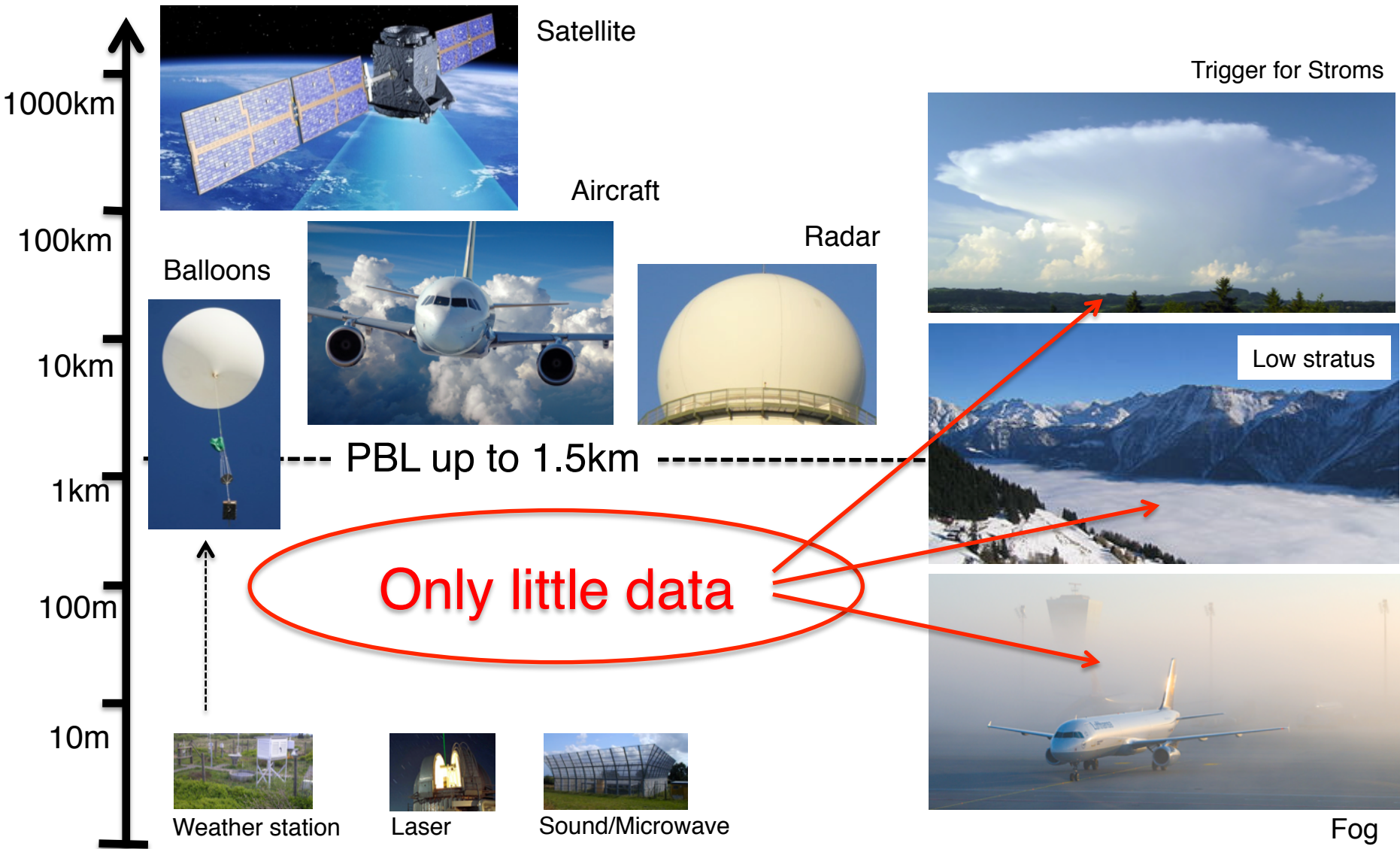
ALPIQ



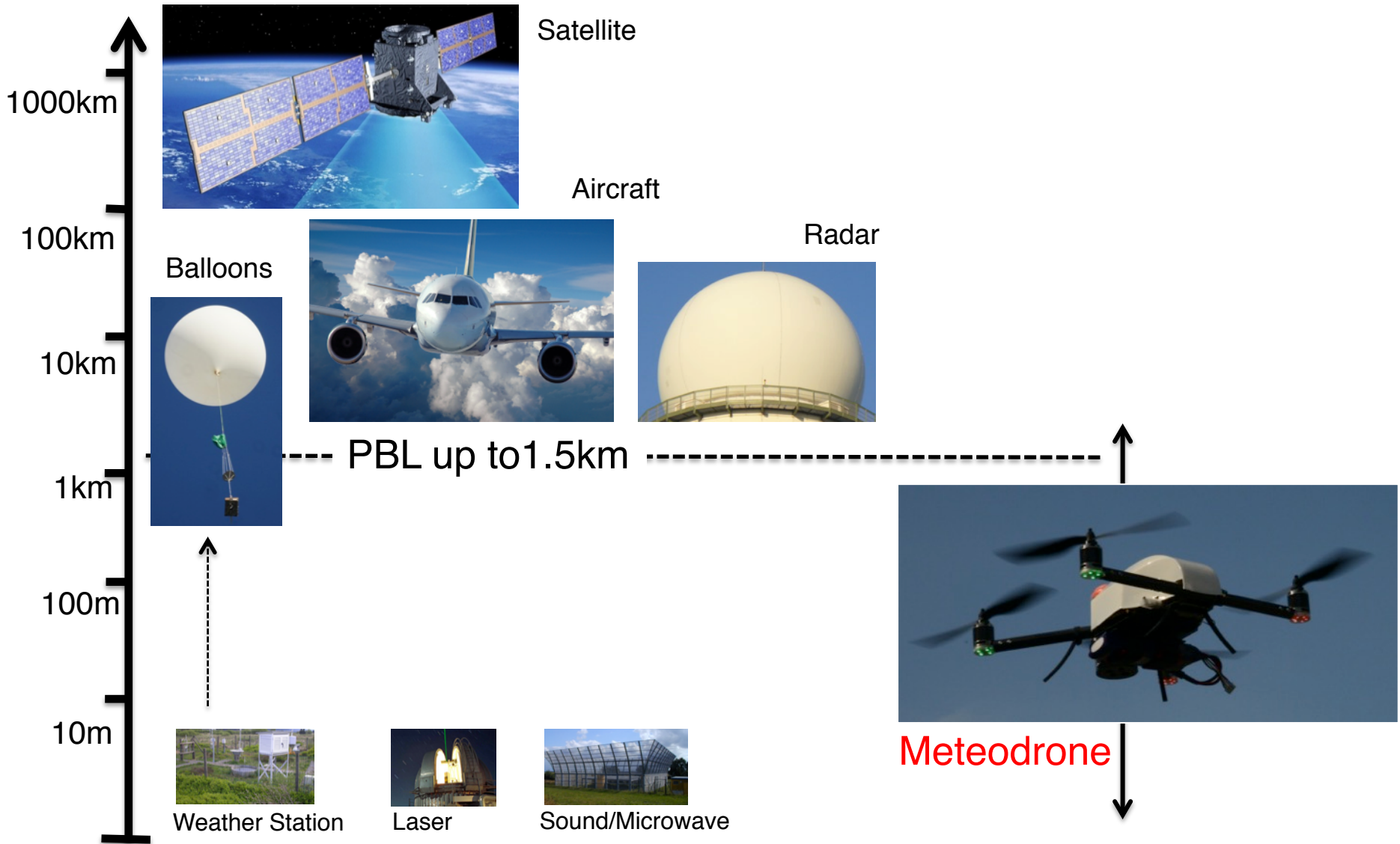
DAIMLER

swissgrid

Improving PBL data situation

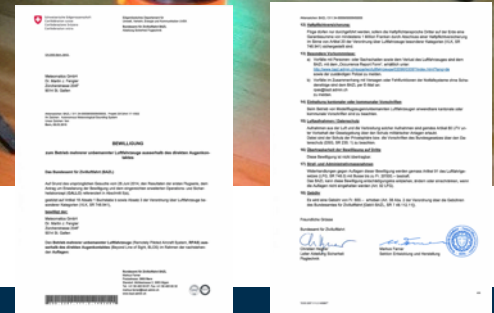


Adding drone data



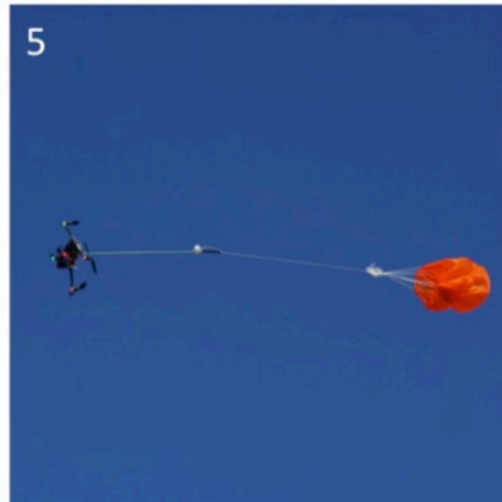
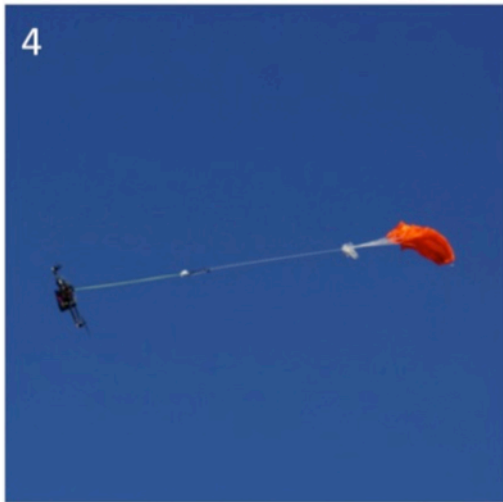
Meteodrone

Parachute Rescue System



First private company that retrieved the BVLOS approval for mini UAV.

Rescue System



Rescue System at high wind speeds.

Approval from FOCA



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL
Abteilung Sicherheit Flugtechnik

CH-3003 Bern, BAZL

Meteomatics GmbH
Dr. Martin J. Fengler
Zürcherstrasse 204F
9014 St. Gallen

Aktenzeichen: BAZL / 311 34-00008/00009/00005, Projekt 2013/An 17-1/002
Ihr Zeichen: Autonomous Meteorological Sounding System
Unser Zeichen: fam
Bern, 09.03.2015

BEWILLIGUNG

zum Betrieb mehrerer unbemannter Luftfahrzeuge ausserhalb des direkten Augenkontaktes

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)

Auf Grund des ursprünglichen Gesuchs vom 28. Juni 2014, den Resultaten der ersten Flugserie, dem Antrag um Erweiterung der Bewilligung und dem eingereichten erweiterten Operations- und Sicherheitskonzept (GALLO) referenziert in Abschnitt 5(a),

gestützt auf Artikel 18 Absatz 1 Buchstabe b sowie Absatz 3 der Verordnung über Luftfahrzeuge besonderer Kategorien (VLK, SR 748.941),

bewilligt der:

Meteomatics GmbH
Dr. Martin J. Fengler
Zürcherstrasse 204F
9014 St. Gallen

Den Betrieb mehrerer unbemannter Luftfahrzeuge (Remotely Piloted Aircraft System, RPAS) ausserhalb des direkten Augenkontaktes (Beyond Line of Sight, BLOS) im Rahmen der nachstehenden Auflagen:

Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL
Markus Farmer
Postadresse: 3003 Bern
Standort: Mühlesstrasse 2, 3003 Ittigen
Tel. +41 58 465 93 67, Fax +41 58 465 80 32
markus.farmer@bazl.admin.ch
www.bazl.admin.ch



Aktenzeichen: BAZL / 311 34-00008/00009/00005

12) Haftpflichtversicherung:

Flüge dürfen nur durchgeführt werden, sofern die Haftpflichtansprüche Dritter auf der Erde eine Garantiesumme von mindestens 1 Million Franken durch Abschluss einer Haftpflichtversicherung im Sinne von Artikel 20 der Verordnung über Luftfahrzeuge besonderer Kategorien (VLK, SR 748.941) sichergestellt sind.

13) Besondere Vorkommnisse:

- Vorfälle mit Personen- oder Sachschaden sowie dem Verlust des Luftfahrzeuges sind dem BAZL mit dem „Occurrence Report Form“, erhältlich unter:
<http://www.bazl.admin.ch/experten/luftfahrzeuge/03096/03097/index.html?lang=de>
sowie der zuständigen Polizei zu melden.
- Vorfälle im Zusammenhang mit Versagen oder Fehlfunktionen der Notfallsysteme ohne Schadensfolge sind dem BAZL per E-Mail an:
rps@bazl.admin.ch
zu melden.

14) Einhaltung kantonaler oder kommunaler Vorschriften

Beim Betrieb von Modellflugzeugen/unbemannten Luftfahrzeugen anwendbare kantonale oder kommunale Vorschriften sind zu beachten.

15) Luftaufnahmen / Datenschutz

Aufnahmen aus der Luft und die Verbreitung solcher Aufnahmen sind gemäss Artikel 80 LFG unter Vorbehalt der Gesetzgebung über den Schutz militärischer Anlagen erlaubt.
Dabei sind der Schutz der Privatsphäre bzw. die Vorschriften des Bundesgesetzes über den Datenschutz (DSG, SR 235.1) zu beachten.

16) Übertragbarkeit der Bewilligung auf Dritte

Diese Bewilligung ist nicht übertragbar.

17) Straf- und Administrativmassnahmen

Widerhandlungen gegen Auflagen dieser Bewilligung werden gemäss Artikel 91 des Luftfahrtgesetzes (LFG, SR 748.0) mit Busse bis zu Fr. 20'000.– bestraft.
Das BAZL kann diese Bewilligung entschädigungslos entziehen, ändern oder einschränken, wenn die Auflagen nicht eingehalten werden (Art. 92 LFG).

18) Gebühr

Es wird eine Gebühr von Fr. 600.– erhoben (Art. 38 Abs. 2 der Verordnung über die Gebühren des Bundesamtes für Zivilluftfahrt [GebV-BAZL, SR 7 48.112.11]).

Freundliche Grüsse

Bundesamt für Zivilluftfahrt


Christian Hegler
Leiter Abteilung Sicherheit
Flugtechnik


Markus Farmer
Sektion Entwicklung und Herstellung



“C00 2207 111 2 1483887”

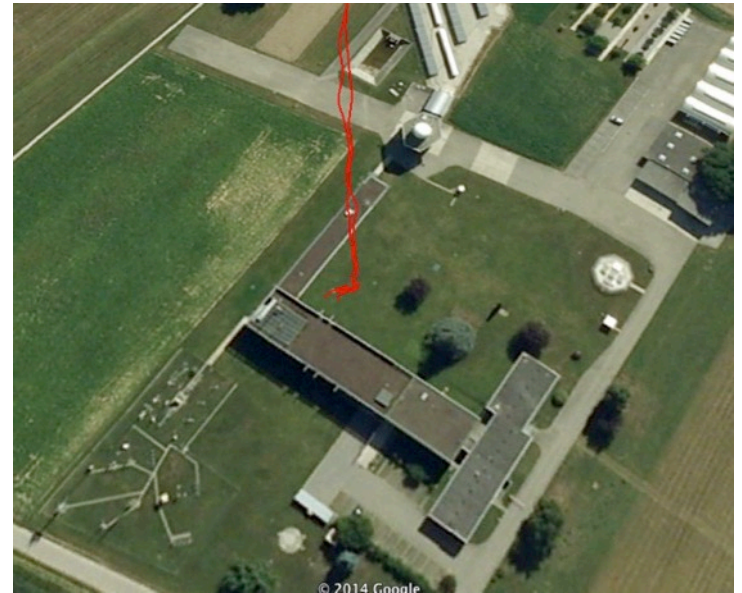
4/4

Flight track in Google Earth



Statistics of Payerne 2.0

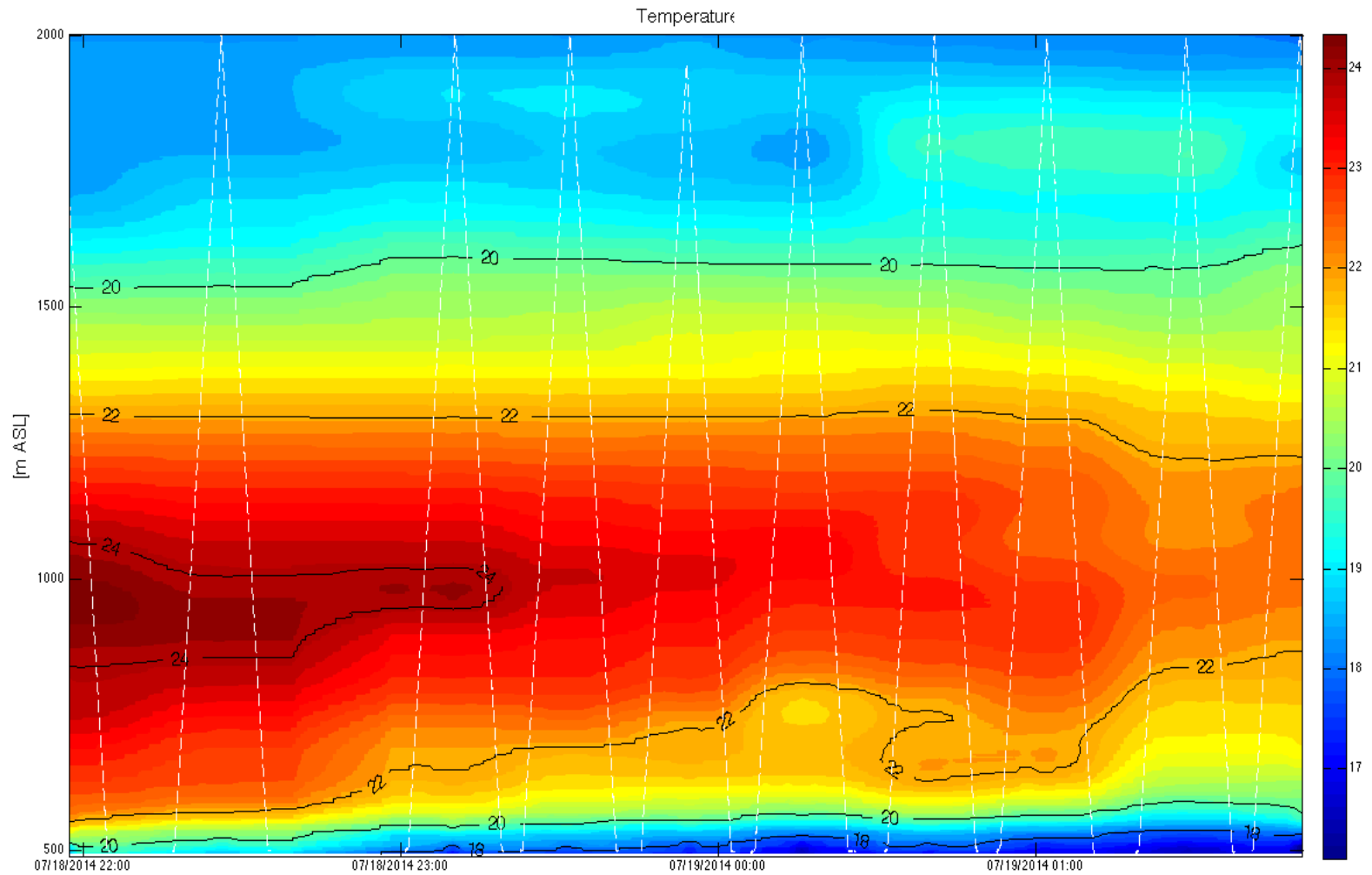
- 101 BVLOS flights
- 58 flights between 1-1.5km AGL
- more than 88km climbed vertically
- more than 180km total flight distance
- ca. 22 flight hours
- Standard deviation ca. 2,5m
- Maximum distance to track center ca. 13m



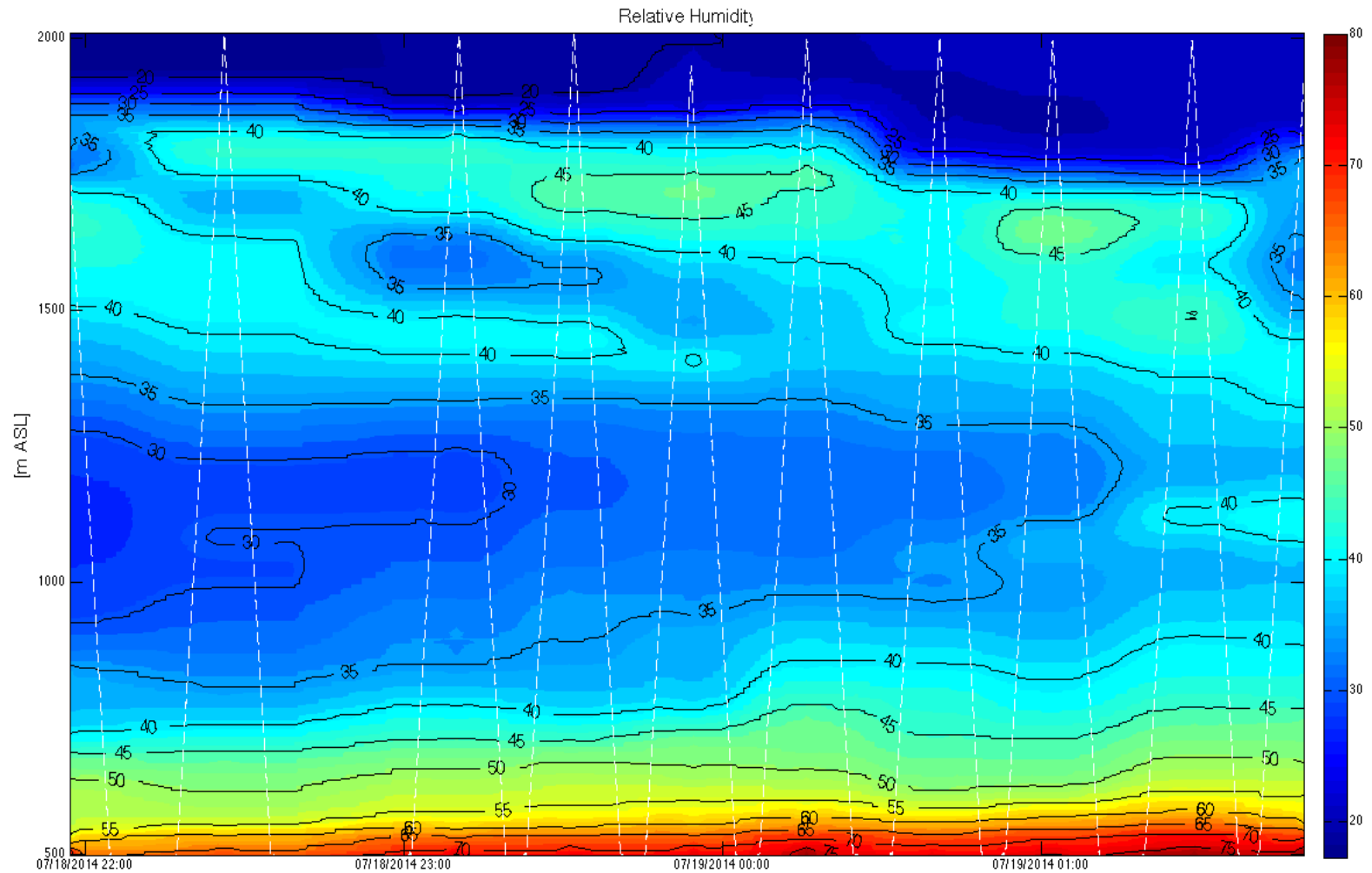
Weather conditions

- High pressure
- No clouds
- Hot during night
- Ground inversion at night
- Calm
- High planet boundary layer

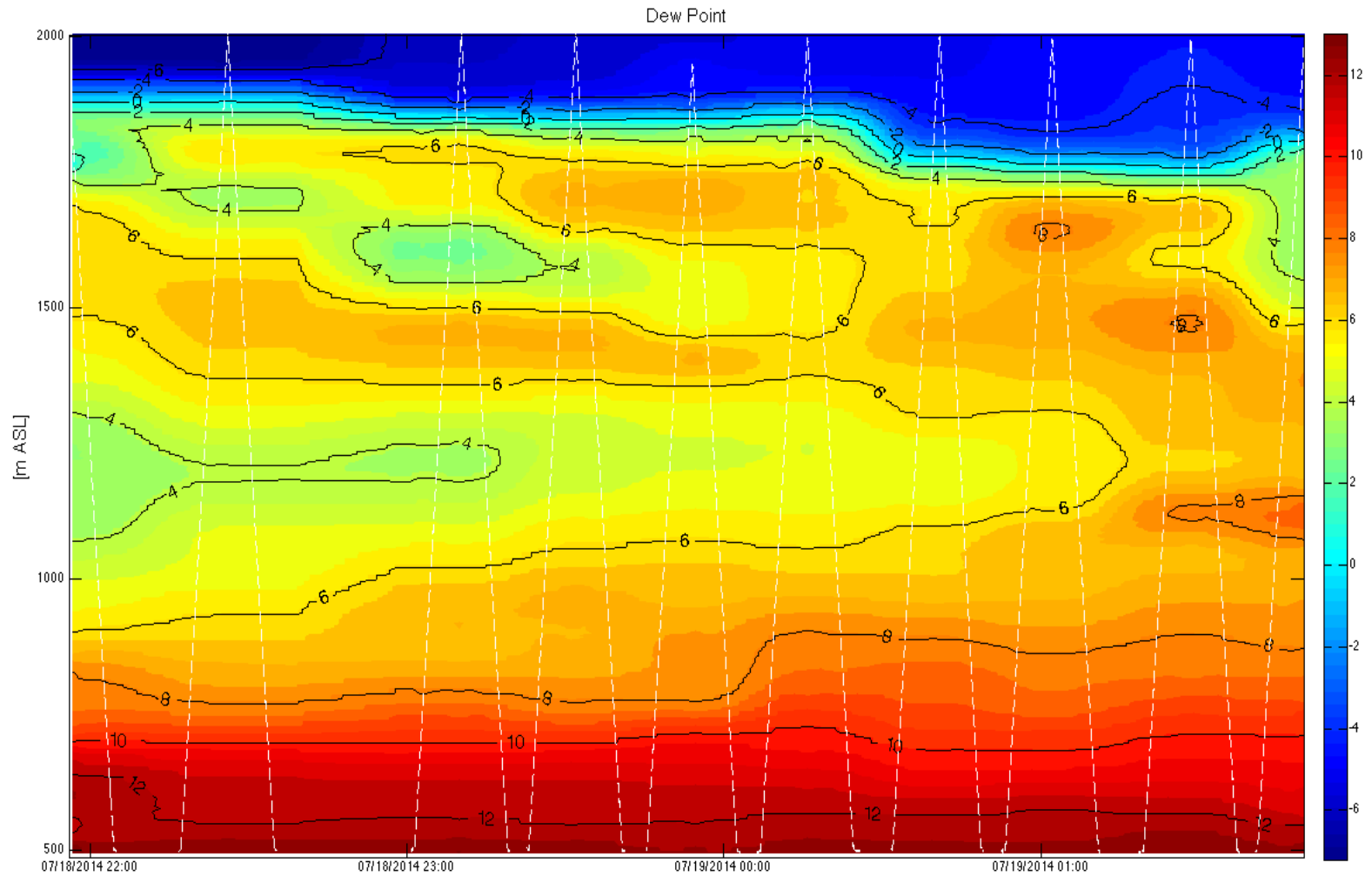
Test flights 18.7./19.7 2014



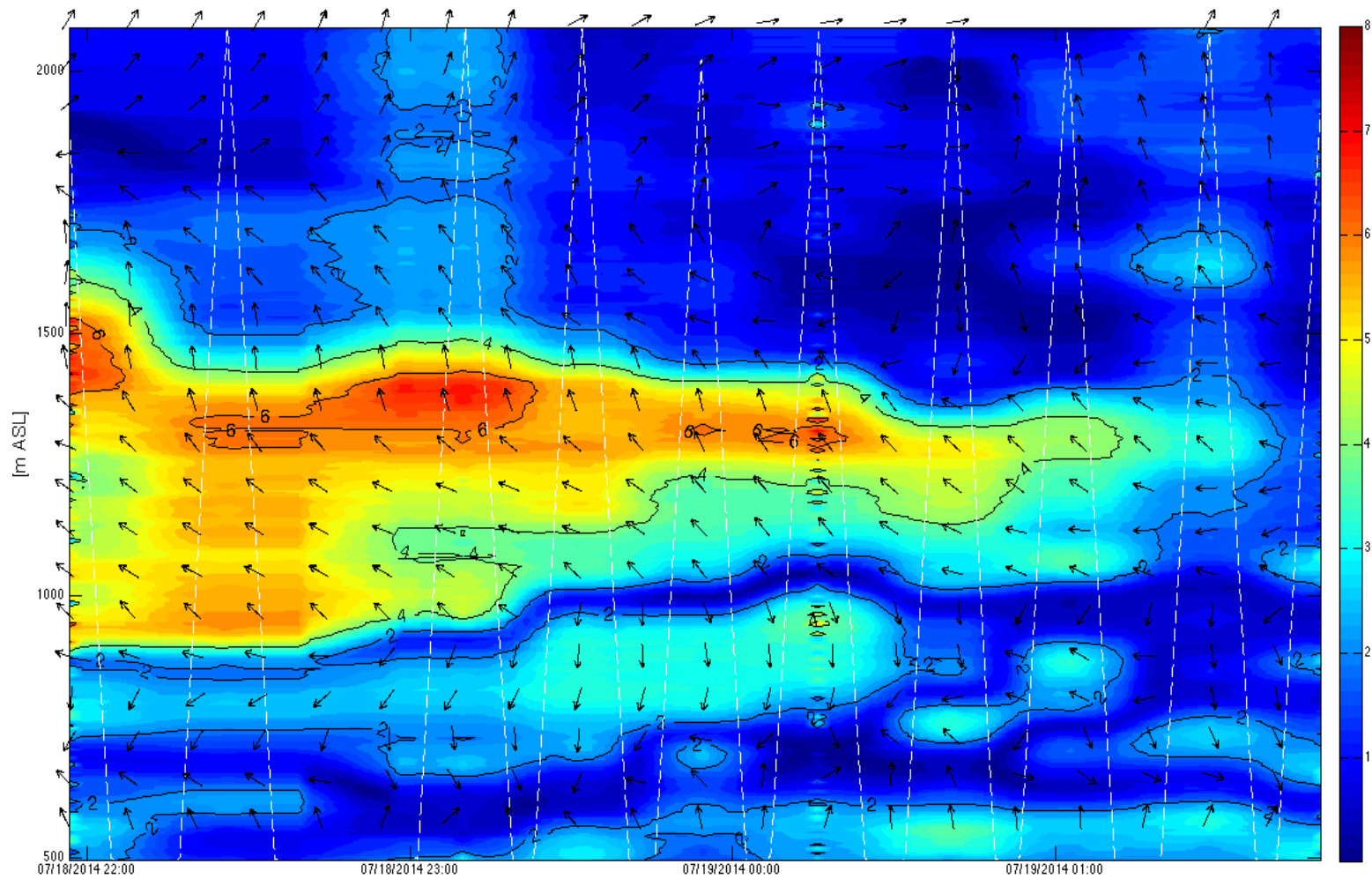
Test flights 18.7./19.7 2014



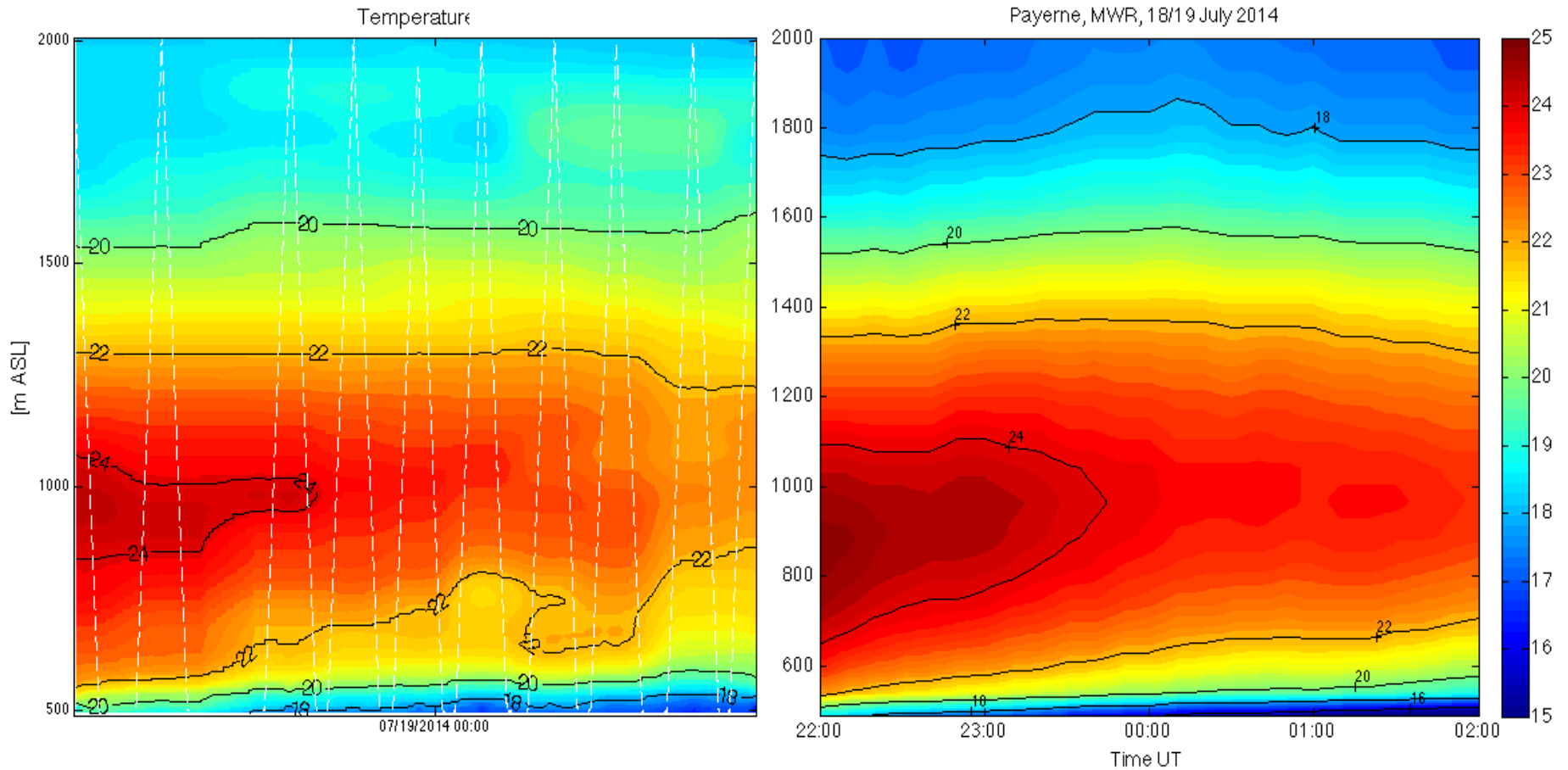
Test flights 18.7./19.7 2014



Test flights 18.7./19.7 2014

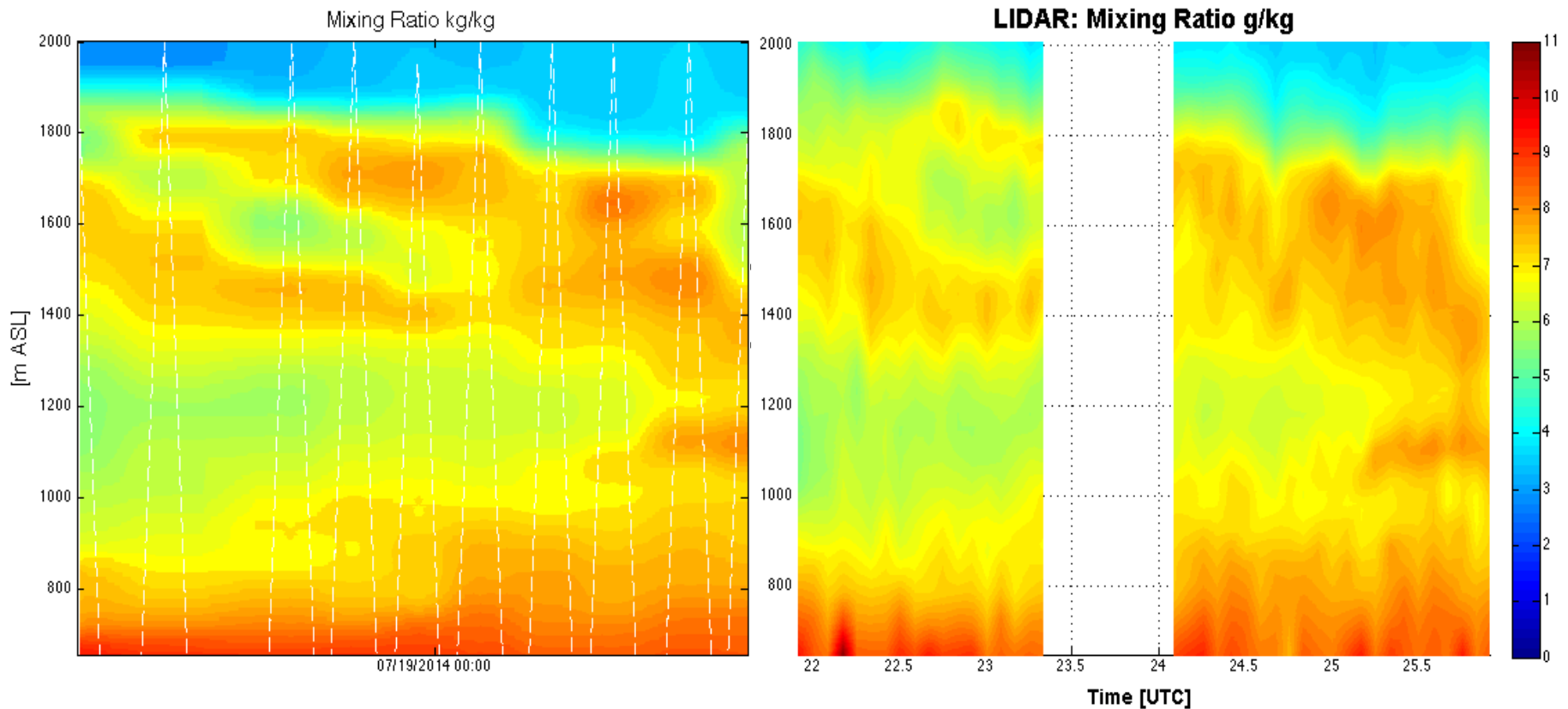


MWR Comparison 18.7./19.7 2014



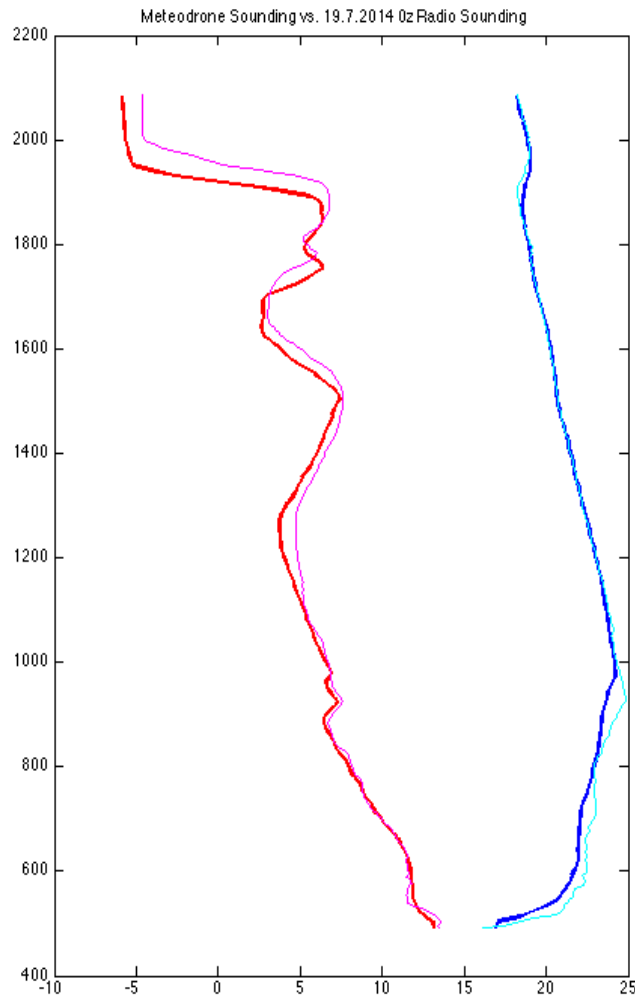
MWR data kindly provided by Giovanni Martucci and Alexander Haefele, MeteoSchweiz.

LIDAR Comparison 18.7./19.7 2014



LIDAR data kindly provided by Giovanni Martucci and Alexander Haefele, MeteoSchweiz.

Radio sounding comparison 19.7. 0z



Legend:

- Meteodrone (red, blue)
- Balloon (purple, cyan)

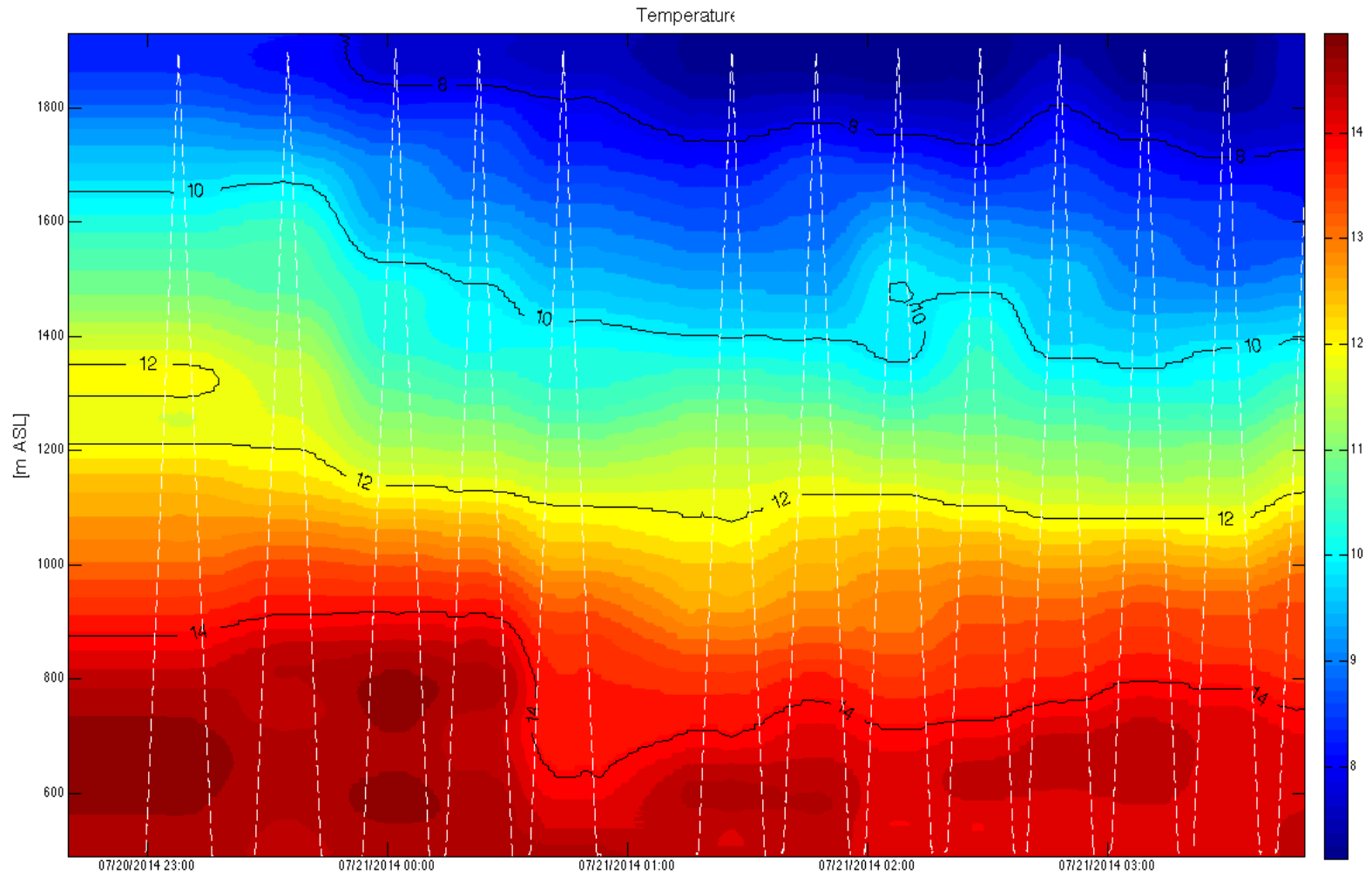
Results:

- Temperature almost equal
- Meteodrone humidity sensor seems to be slightly quicker than balloon

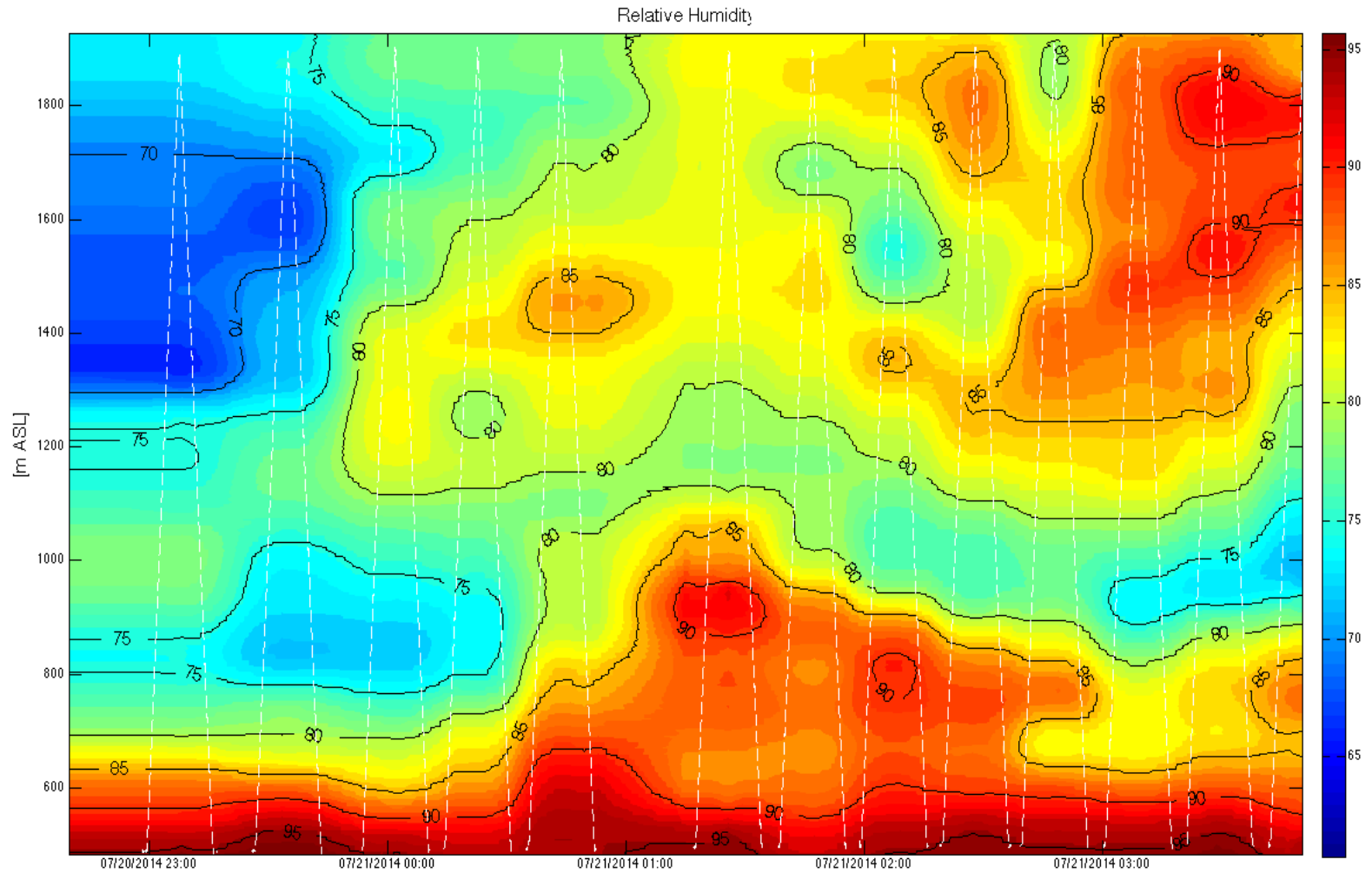
Weather conditions

- pressure decreasing
- mists/fog in the morning
- windy
- diffuse planet boundary layer

Test flights 20.7./21.7 2014

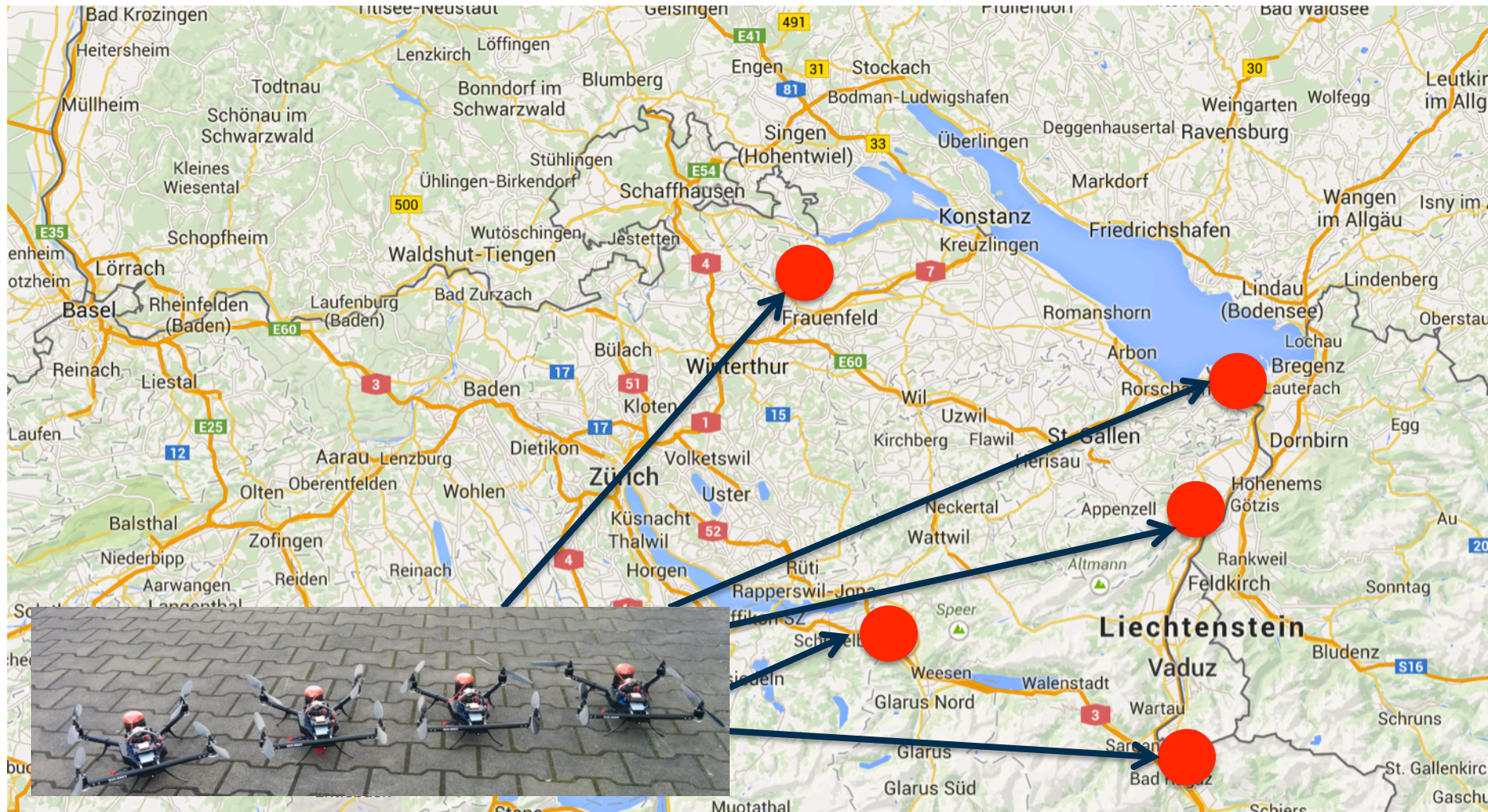


Test flights 20.7./21.7 2014



Measurement Campaign 2.-14. July 2015

Flying simultaneously for the first time:



Lift off in Altenrhein airport

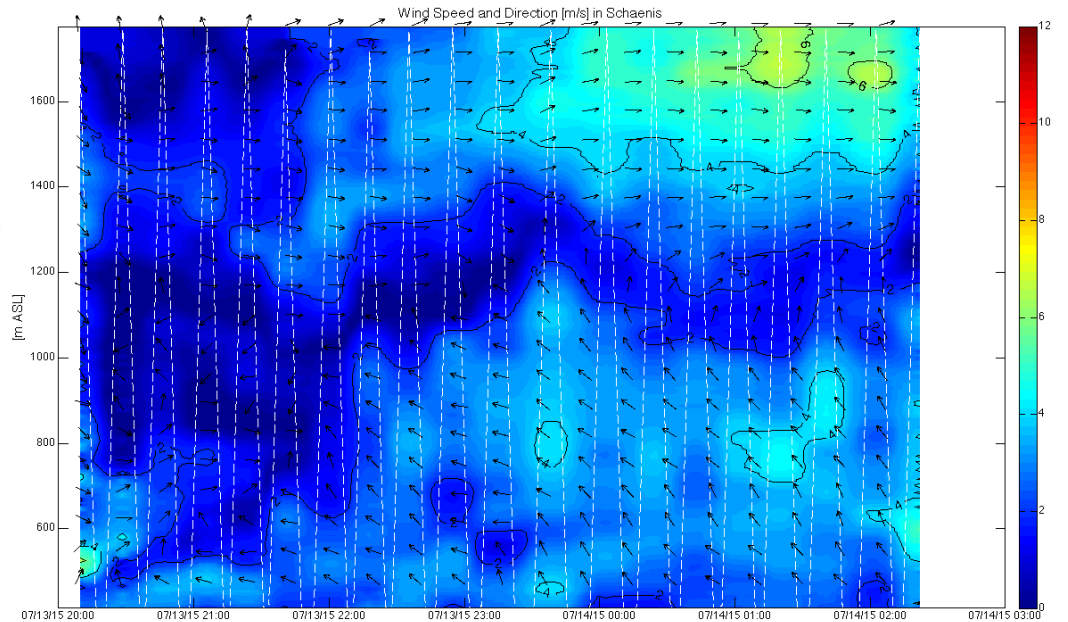
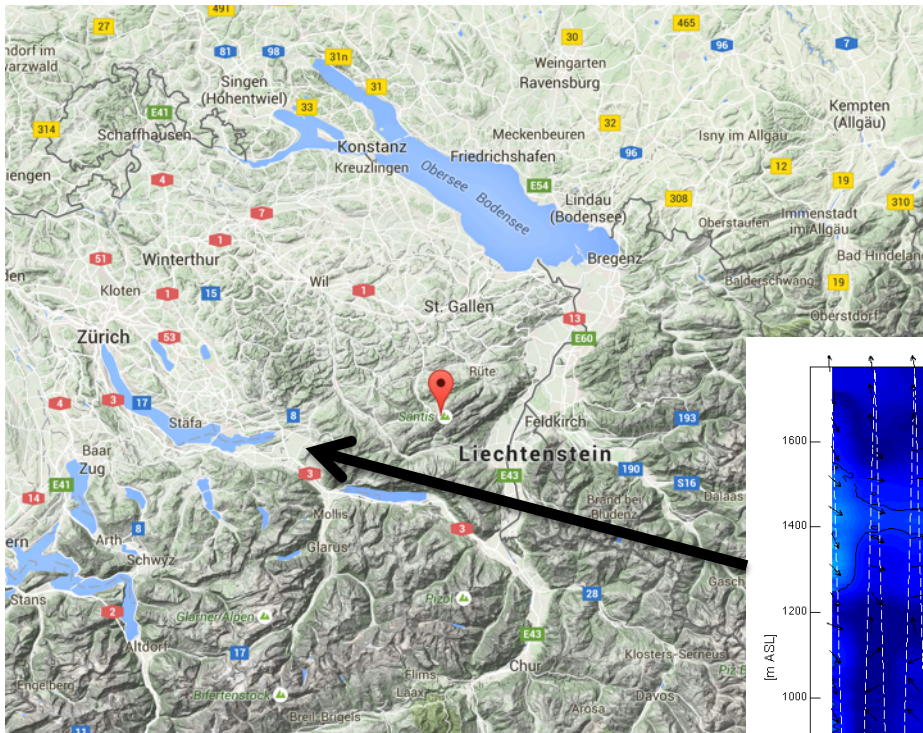


Summary:

- Total number of soundings: ca. 450
- Total height distance (upwards): ca. 350 km
- Total flight hours: ca. 71 hours
- Total flight distance: ca. 700 km

Resolving local wind phenomena

Observing effects from Alpine pumping:



WRF assimilation

First results from assimilation experiments with Meteodrone data.

Model setup

- WRF-ARW forecast model for Switzerland
- Model resolution: 1kmx1km
- Initialization: ECMWF 00z and 12z runs
- Data assimilation: Four Dimensional Data Assimilation (FDDA) (obs nudging)

Meteodrone data

- Shown are two cases, with measurements at three sites for at least four continuous hours.
- Flight height: up to 1200m AGL
- Parameters: Temperature, dew point, wind speed / direction, pressure

Init Date: 2015-07-13 00z

Meteodrone Sites:

Altenrhein, Amlikon, Schänis

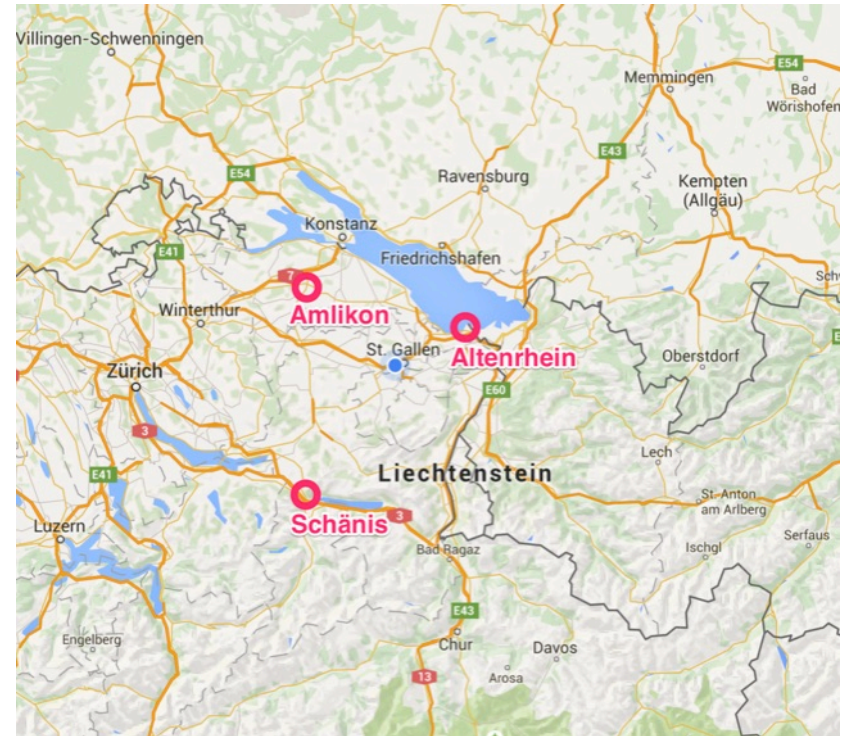
Assimilation Window: 00z to 04z

Number of Profiles:

- Altenrhein: 12
- Amlikon: 14
- Schänis: 11

Number of assimilated values:

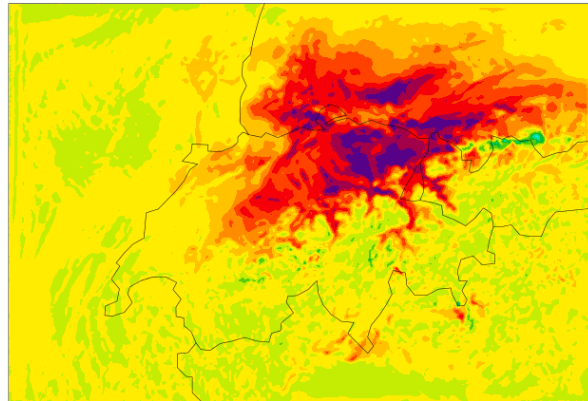
ca. 20000



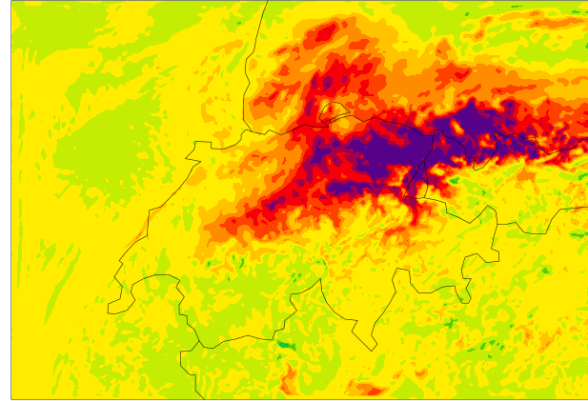
Relative Humidity, ML=5 (ca. 377m AGL)

Init time: 2015-07-13 00z

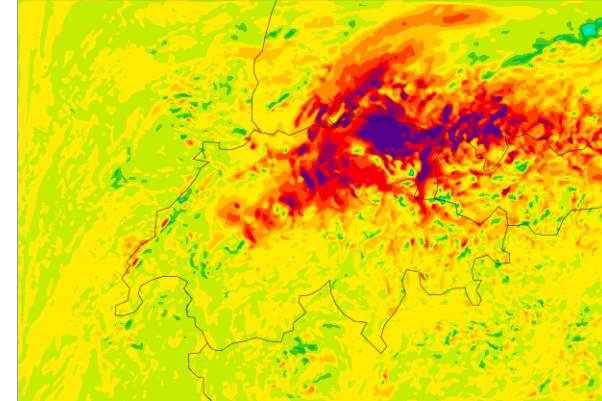
RH DA increment (ML=5) 2015-07-13_03:00:00



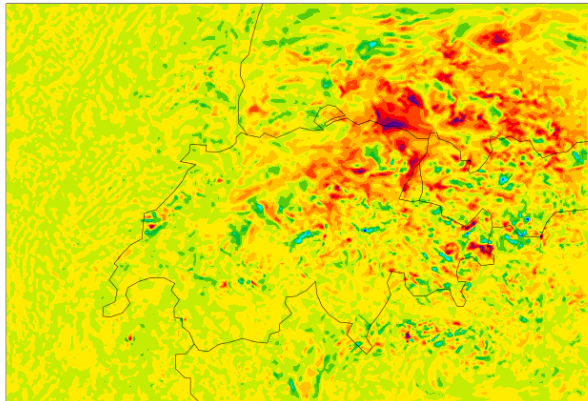
RH DA increment (ML=5) 2015-07-13_06:00:00



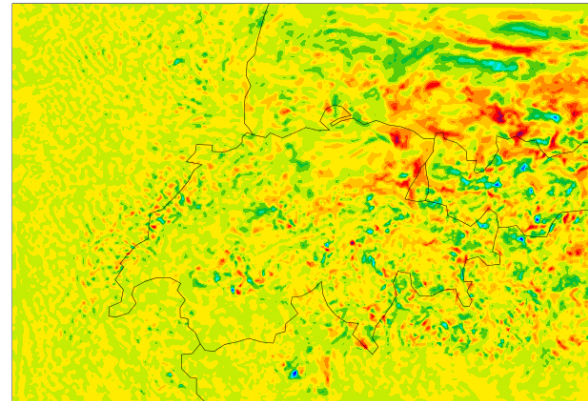
RH DA increment (ML=5) 2015-07-13_09:00:00



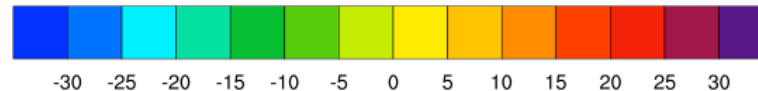
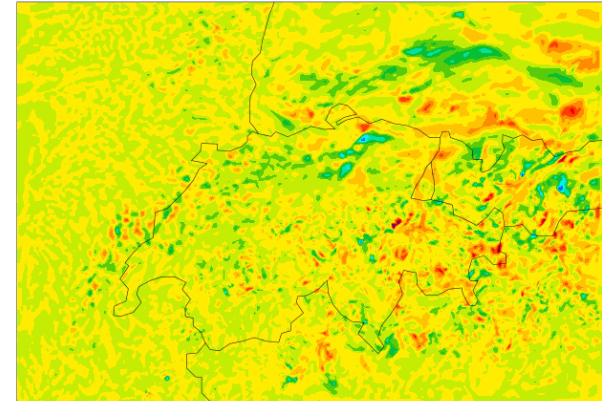
RH DA increment (ML=5) 2015-07-13_12:00:00



RH DA increment (ML=5) 2015-07-13_15:00:00



RH DA increment (ML=5) 2015-07-13_18:00:00

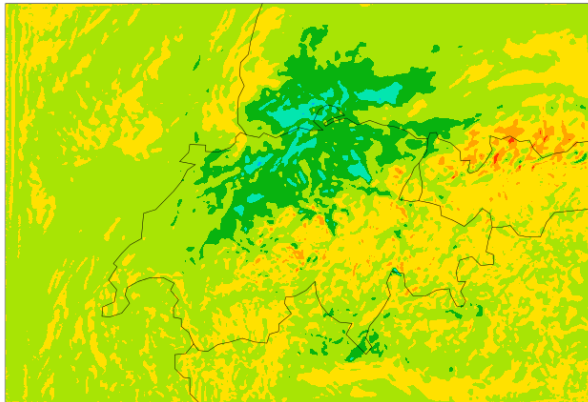


$\text{RH}(\text{WRF_DA}) - \text{RH}(\text{WRF_noDA})$ [%]

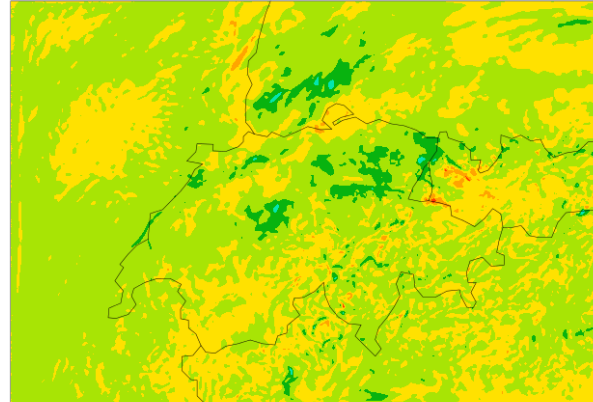
Temperature, ML=5 (ca. 377m AGL)

Init time: 2015-07-13 00z

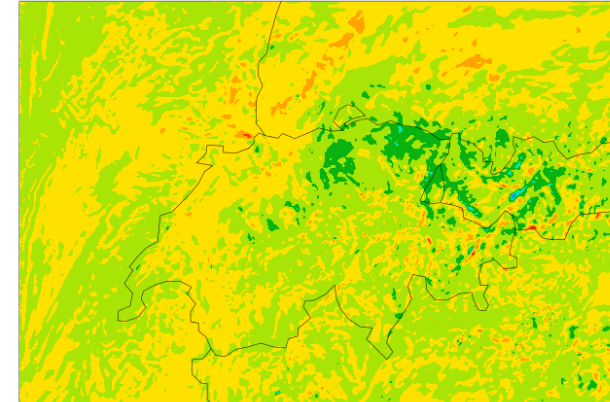
Air_Temp DA increment (ML=5) 2015-07-13_03:00:00



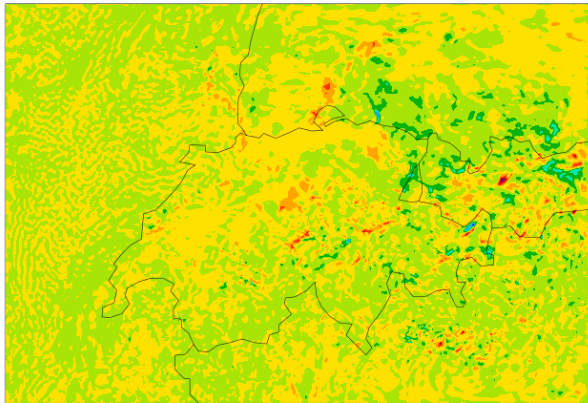
Air_Temp DA increment (ML=5) 2015-07-13_06:00:00



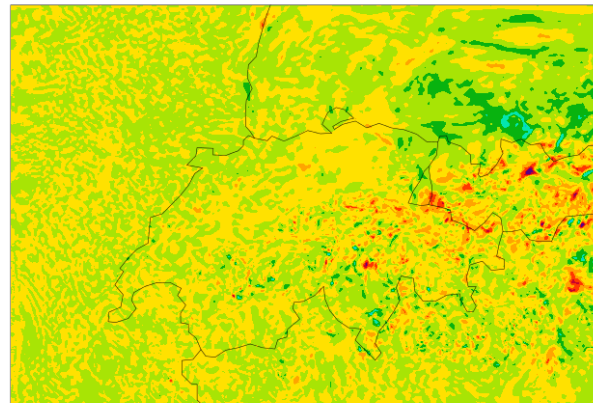
Air_Temp DA increment (ML=5) 2015-07-13_09:00:00



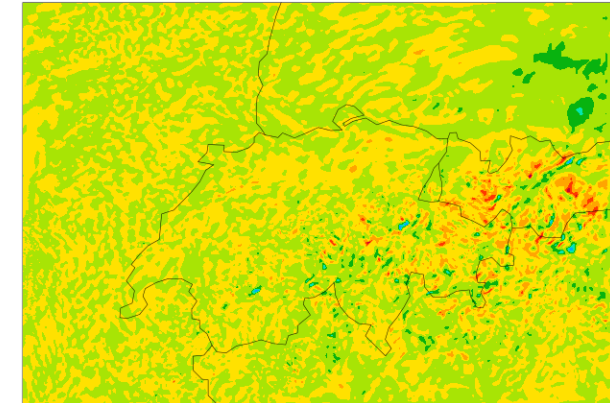
Air_Temp DA increment (ML=5) 2015-07-13_12:00:00



Air_Temp DA increment (ML=5) 2015-07-13_15:00:00



Air_Temp DA increment (ML=5) 2015-07-13_18:00:00



-2 -1.5 -1 -0.5 0 0.5 1 1.5 2

TL(WRF_DA) - TL(WRF_noDA) [°C]

Thank you very much!



Special thanks go to FOCA & MeteoSwiss!