Kelvin-Helmholtzwellen Segelflug Erfahrungen

Wellentreffen Hannover 21.2.2015

Herbert Horbrügger

Helmholtzwellen, Fichtelberg, Erzgebirge, 1. Februar 2014
Foto: Claudia Hinz

Kelvin-Helmholtzwellen Segelflug Erfahrungen

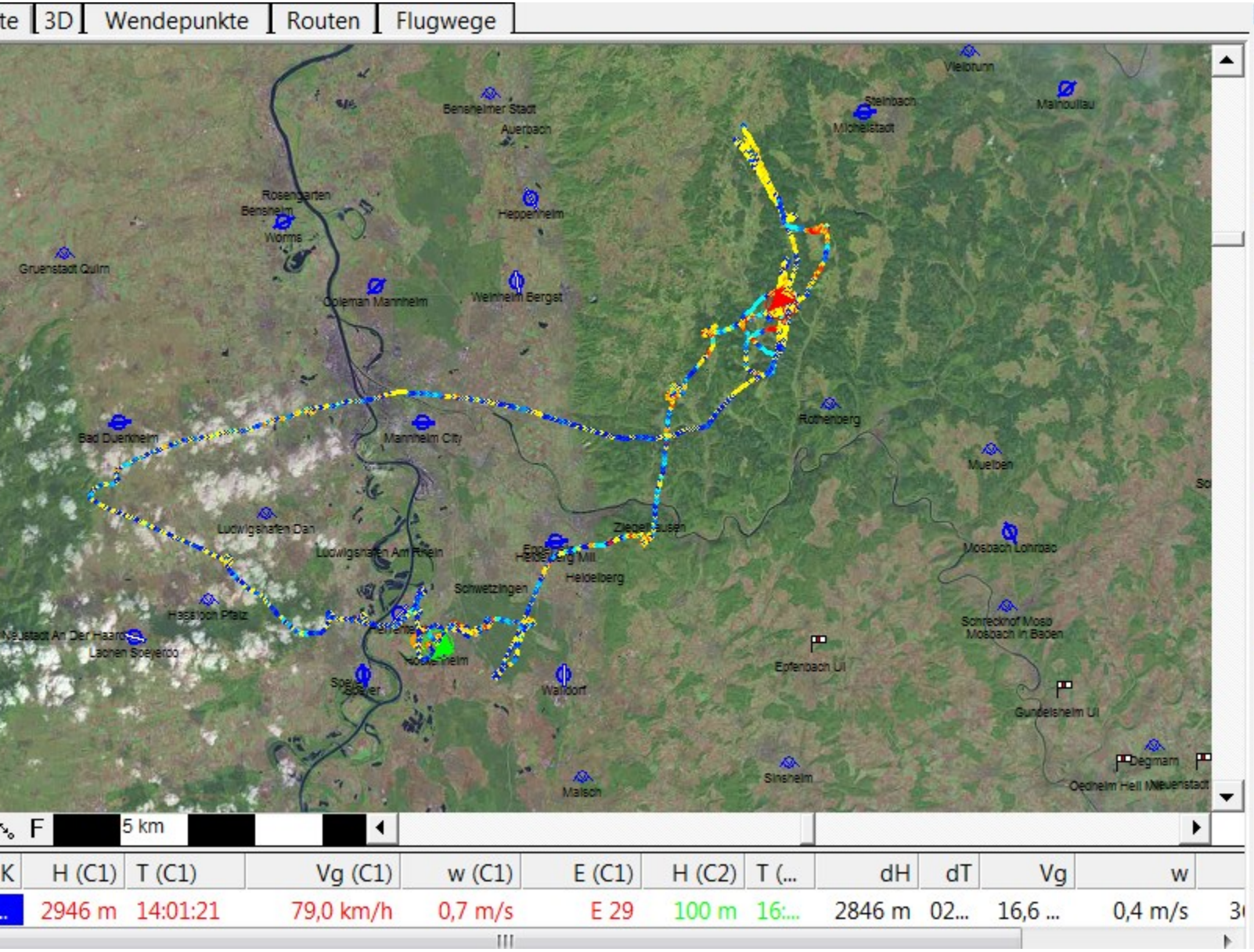
- Wellenflüge
  - Odenwald
  - Dingel
  - Brandenburg
  - DM Lüsse
- Schlussfolgerungen
- Wolkenbeobachtungen

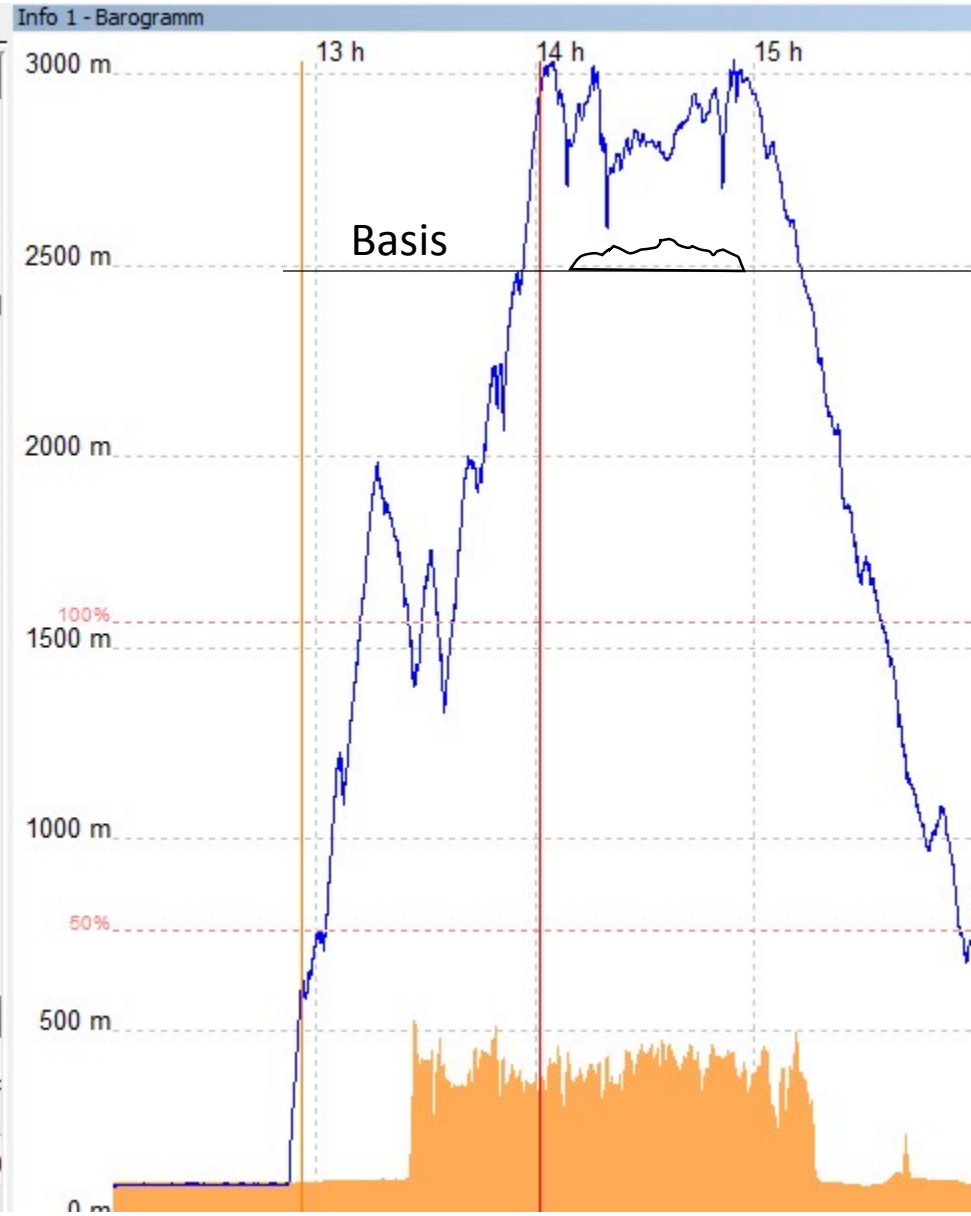
Thomas Seilers Vortrag
Wellentreffen 2013 Göttingen : Foto Birmingham Alabama USA, 19.12.2011

Birmingham Alabama USA, 19.12.2011

Odenwald 6.6.2014

Odenwald Wellen 6.6.2014






16:14:12
Welle1


16:19:12
Welle1

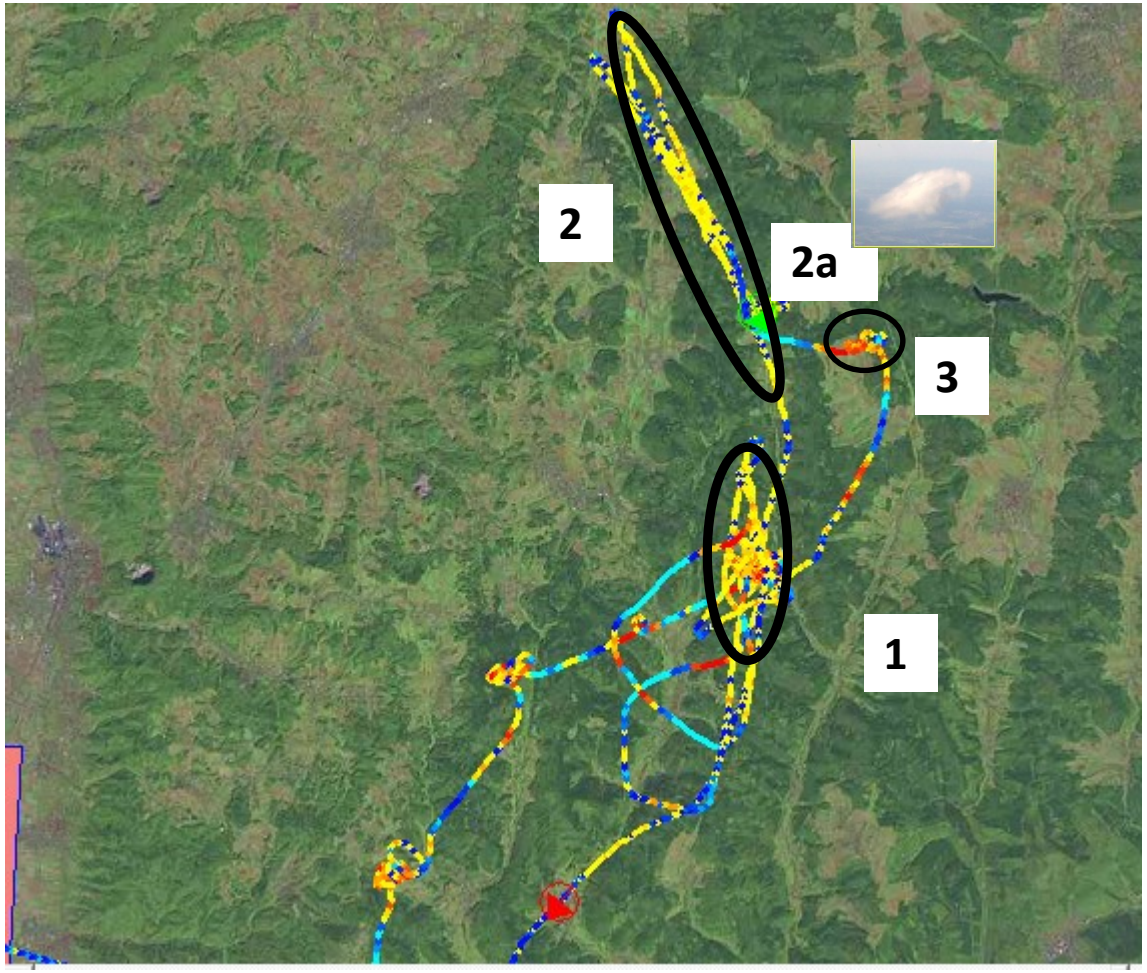

16:22:50
Welle1
COM
BECKER

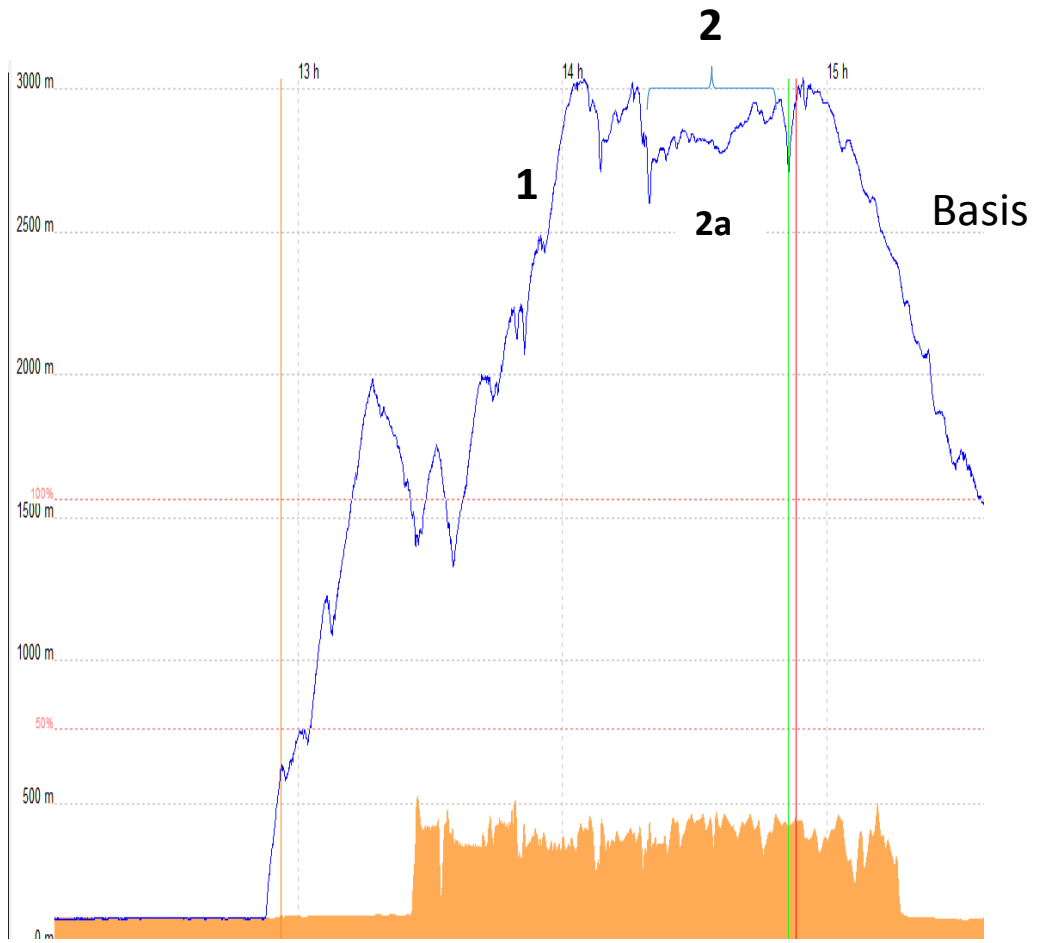

2951
100
80
120
winter
300
60
250
150
km/h
200
40
SQL
123.65
118.62
COM
OFF
STANDARD
winter
Höhe
km
START
ESC
ENTER
226°
143°
+1769
GPS


16:29:16

16:29:46

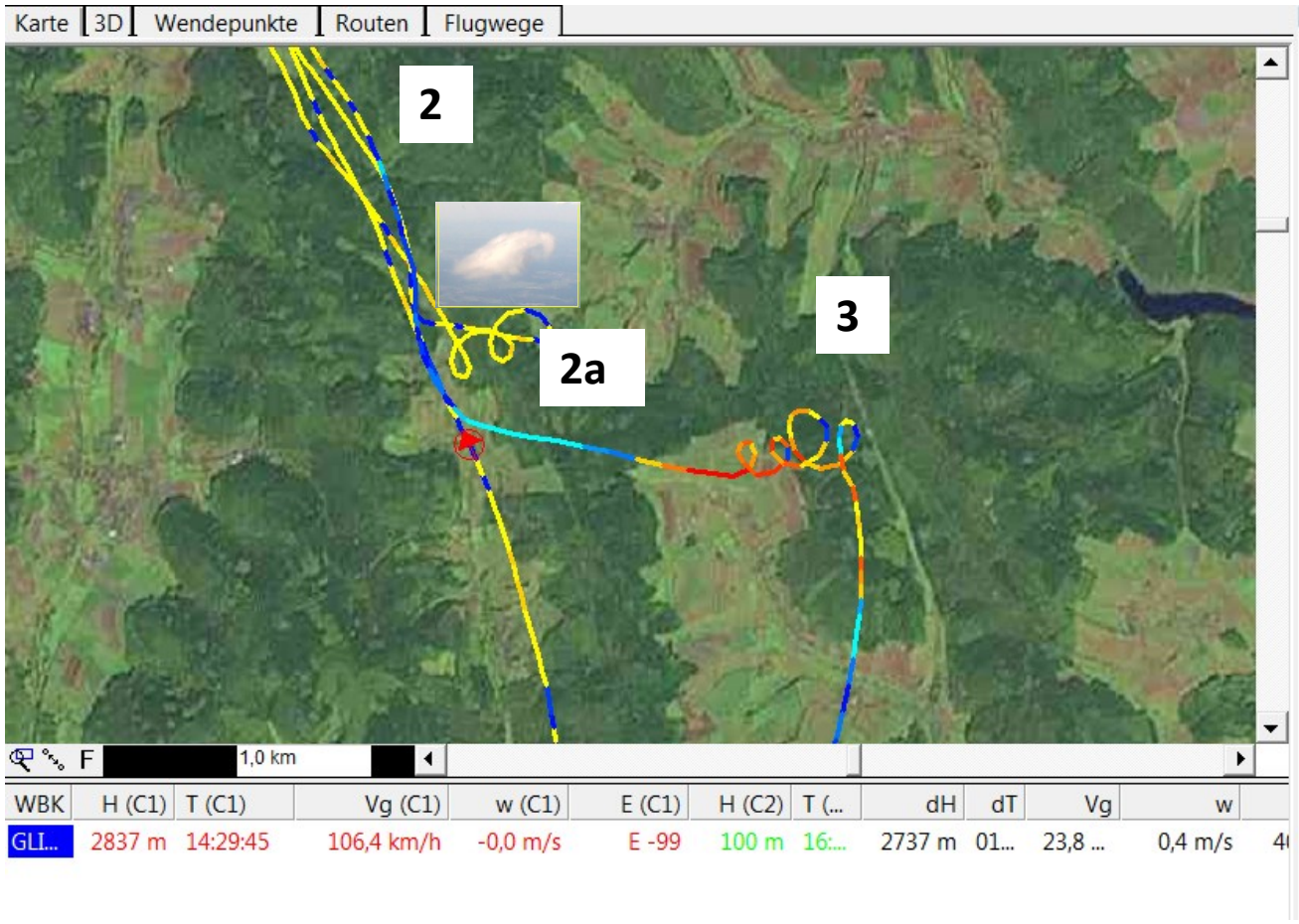
30s später

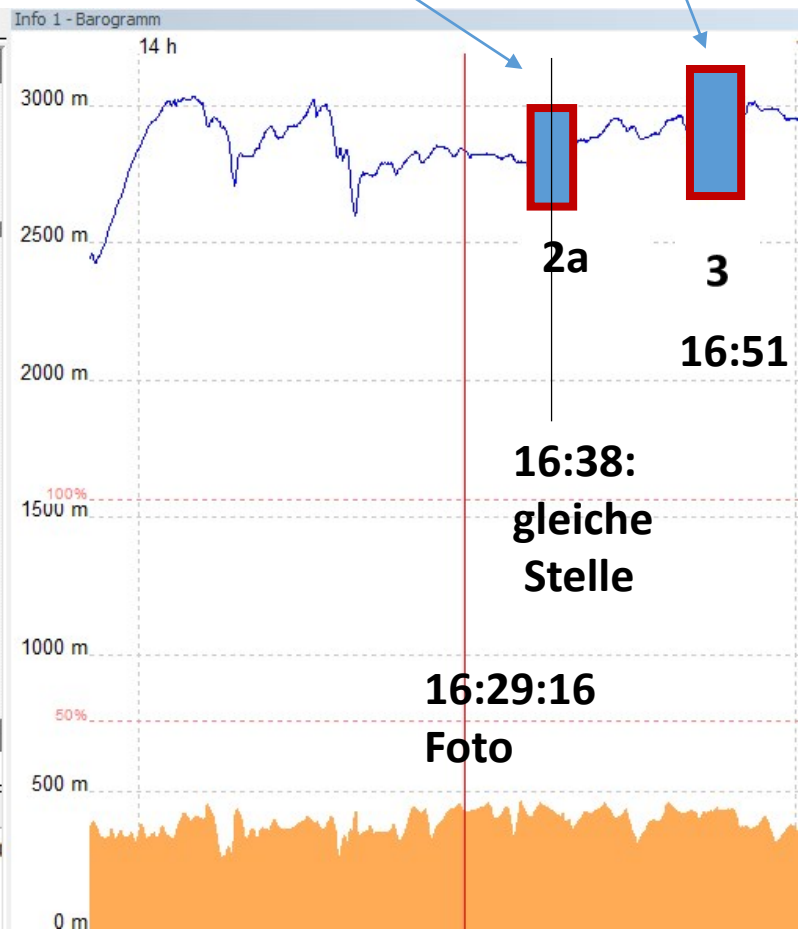

2
2a
3
1

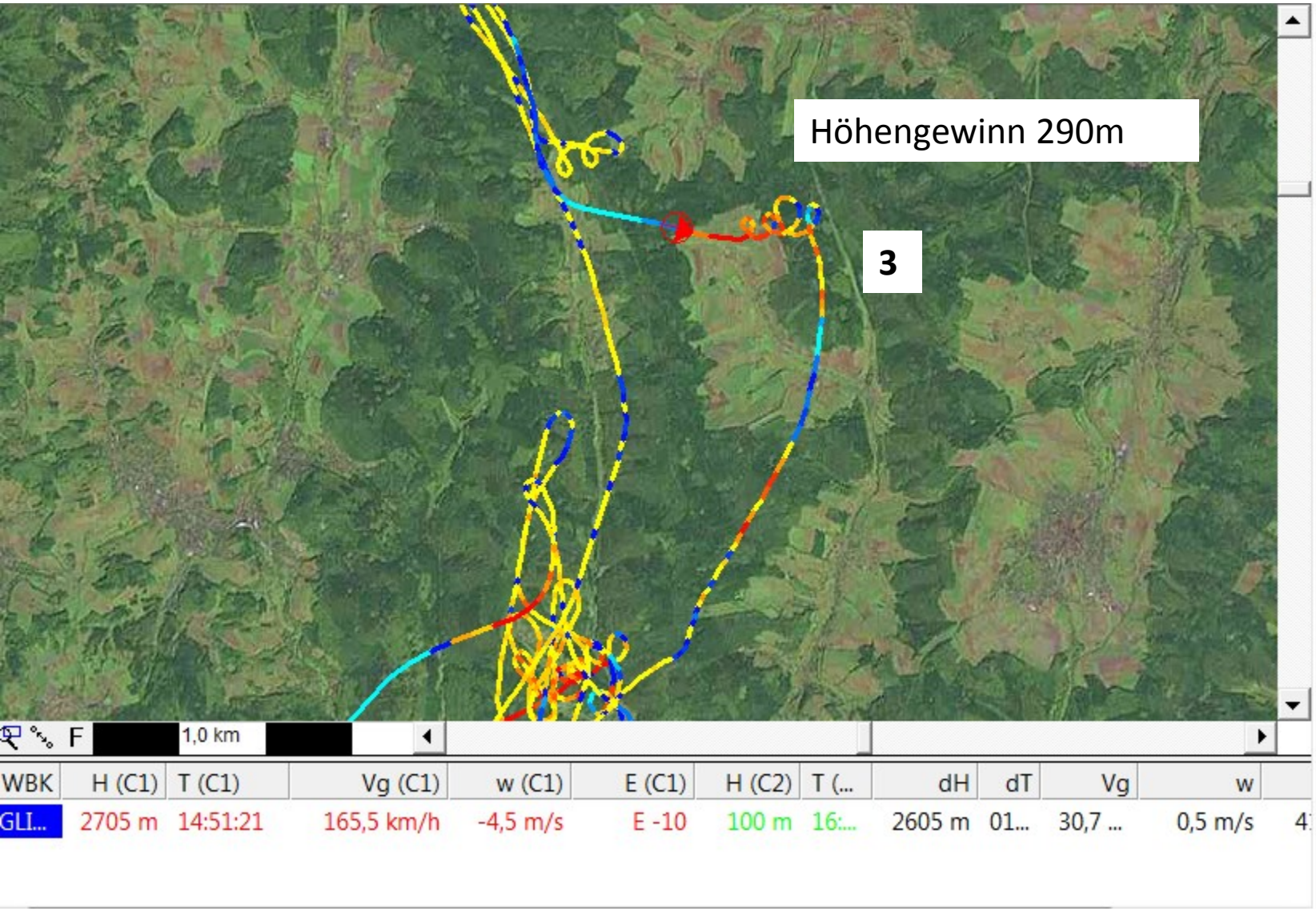

2
13 h
14 h
15 h
3000 m
2500 m
2000 m
100%
1500 m
1000 m
50%
500 m
0 m
1
2a
Basis

Kelvin–Helmholz Welle, **0,2-0,5 m/s**

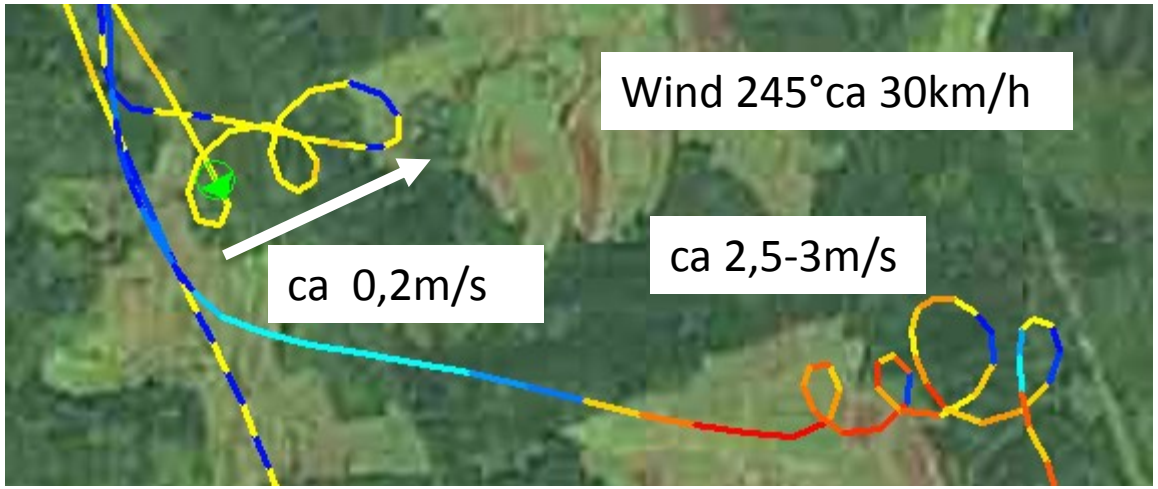
3 Kelvin–Helmholz Welle, 2,5-3m/s



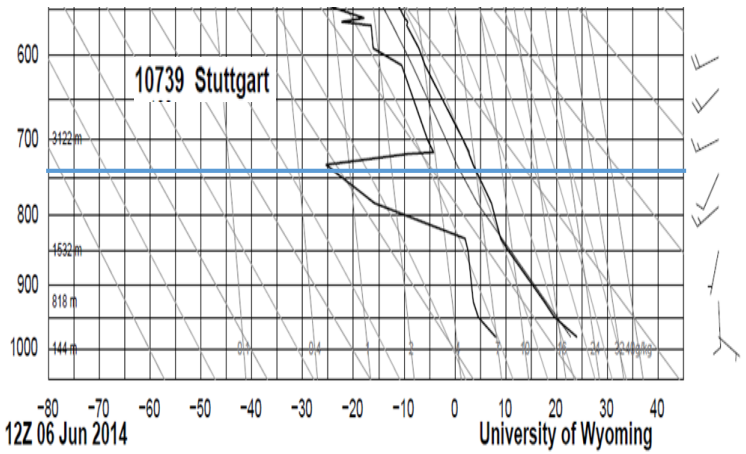


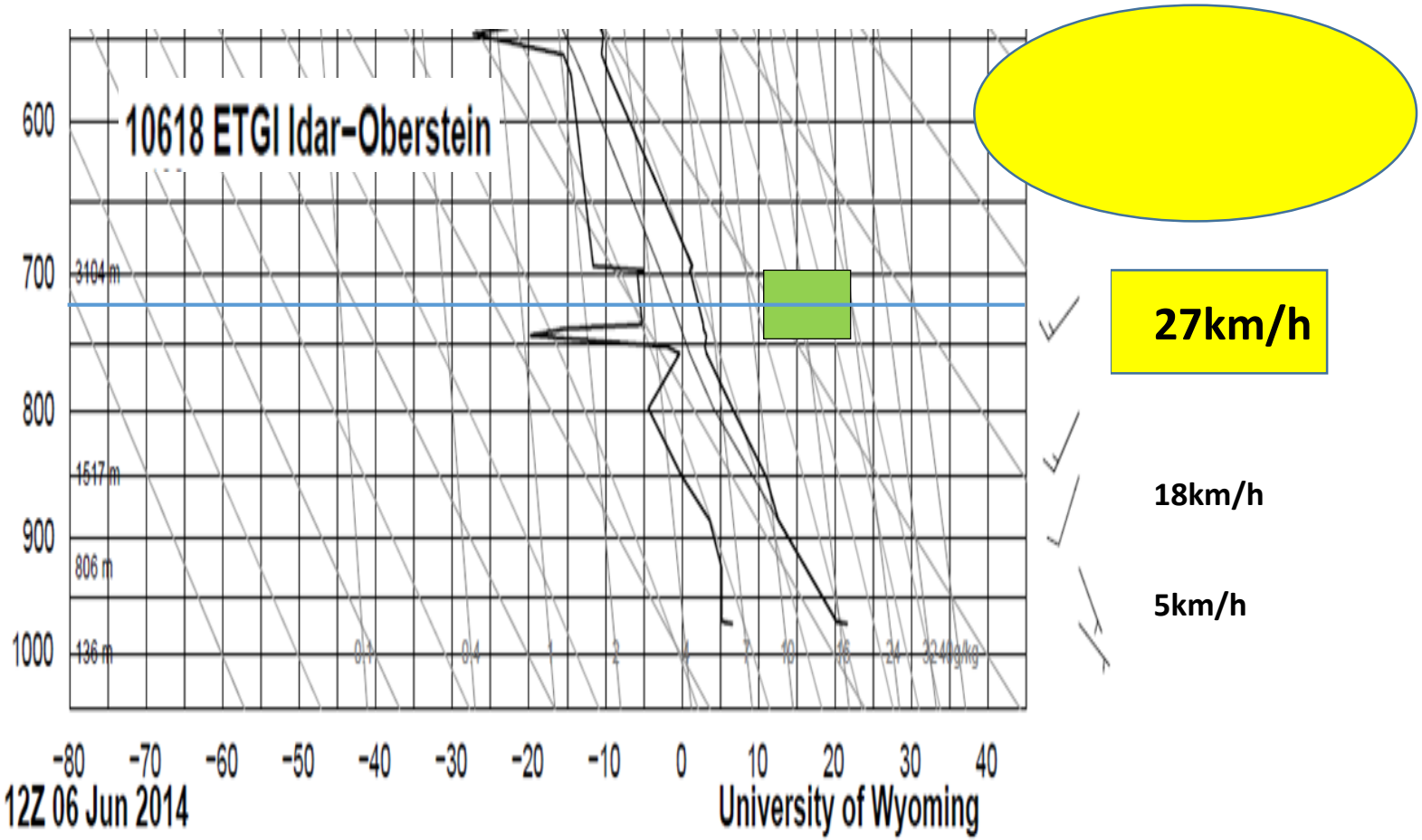


WBK	H (C1)	T (C1)	Vg (C1)	w (C1)	E (C1)	H (C2)	T (...	dH	dT	Vg	w
GLI...	2705 m	14:51:21	165,5 km/h	-4,5 m/s	E -10	100 m	16:...	2605 m	01...	30,7 ...	0,5 m/s


Wind 245°ca 30km/h
ca 2,5-3m/s
ca 0,2m/s

6.6.2014
Kelvin Helmholtz
Wellen





Wind aus GPS Aufzeichung ca 30km/h

=> Versetzung = ca Windgeschwindigkeit

Kelvin-Helmholtz Wave Clouds Over Birmingham

0 s

10 s

21 s

30 s

40 s

45 s

45 s

45 s

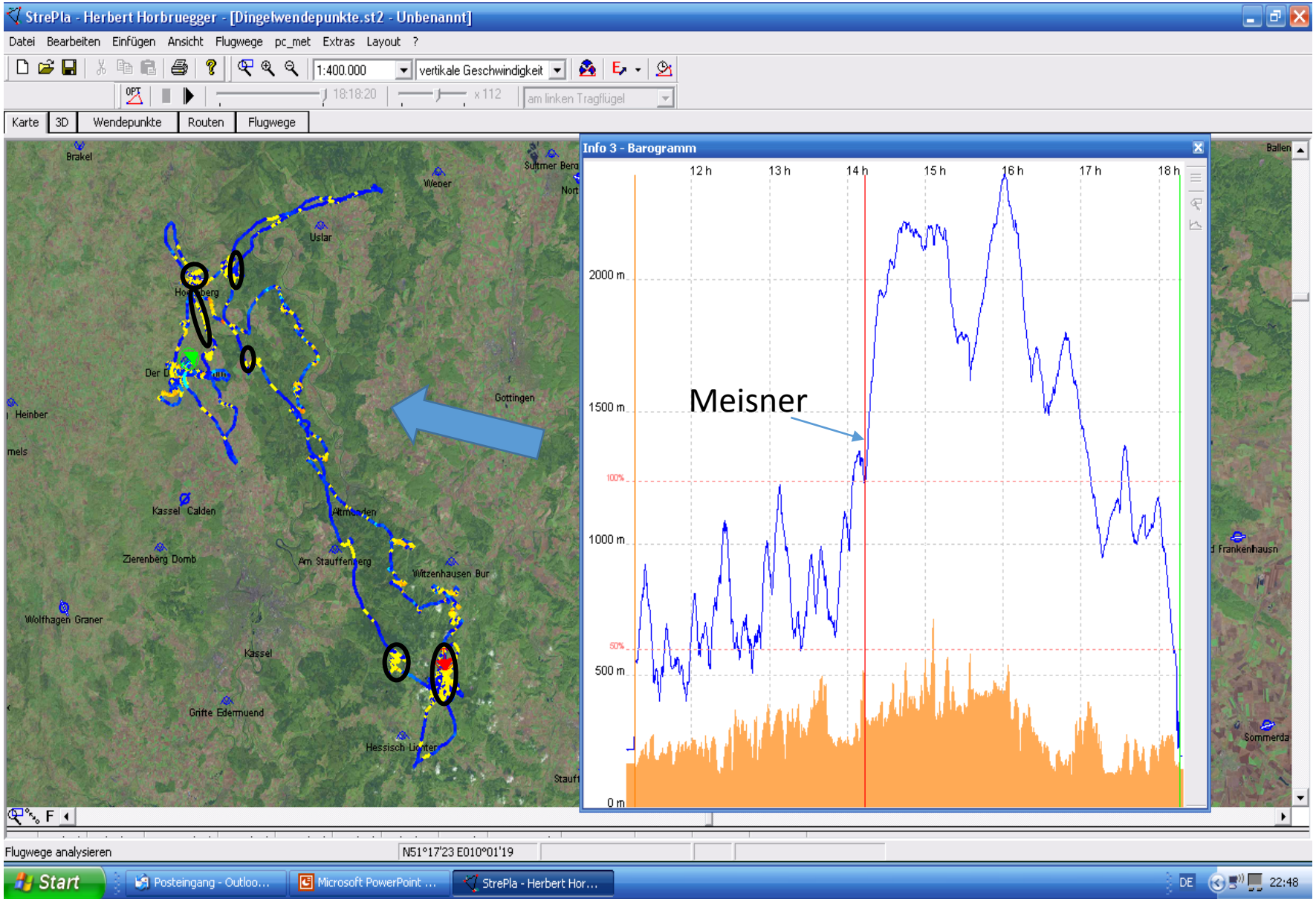
Kelvin-Helmholtz Welle Beobachtung

- Kurzlebig …im Minuten Bereich
- Abwandern mit dem Wind
- KH Odenwald…ausfliegbar wie Thermik
  …nur oberhalb der Basis !

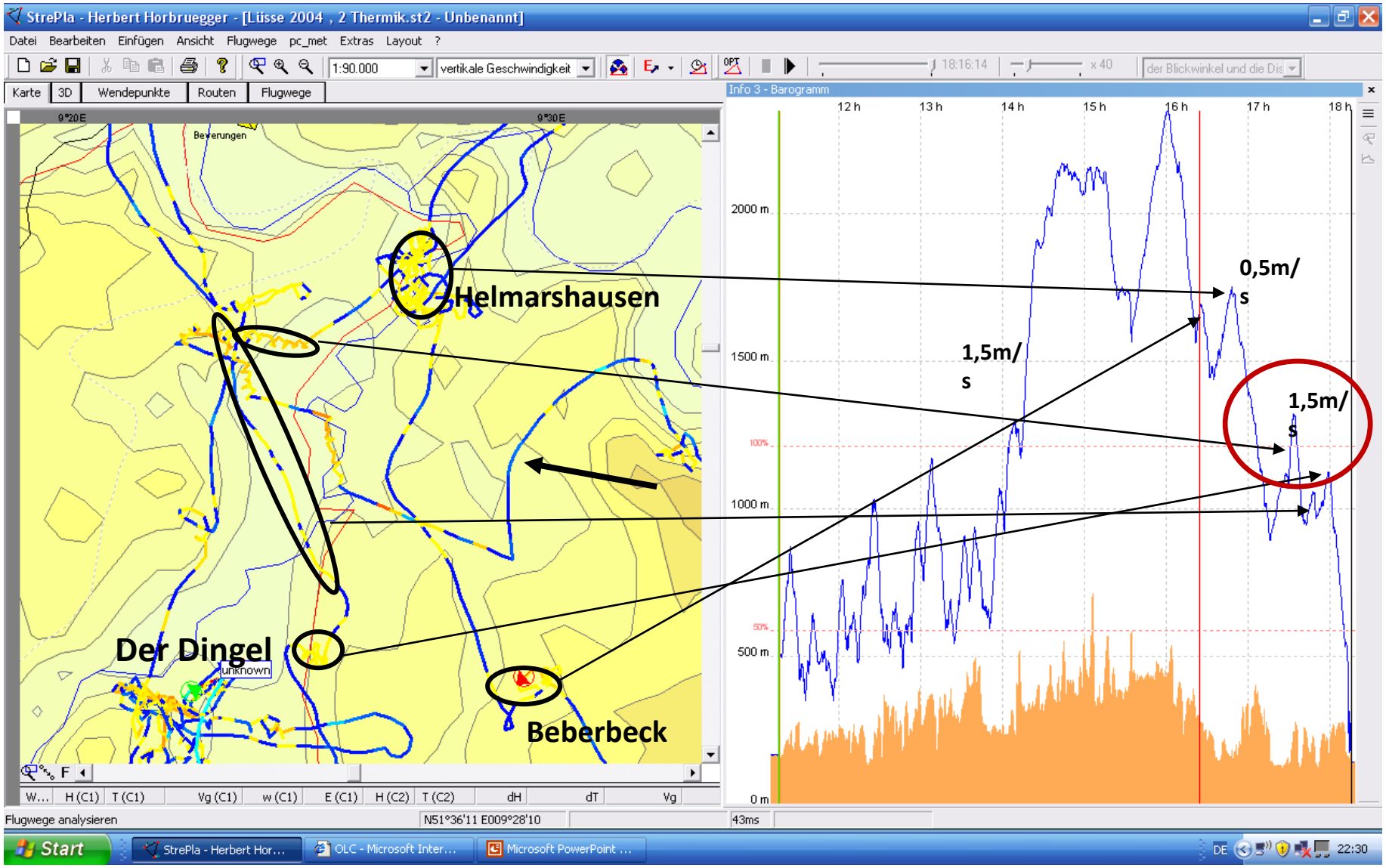
=> Analyse früherer Wellenflüge

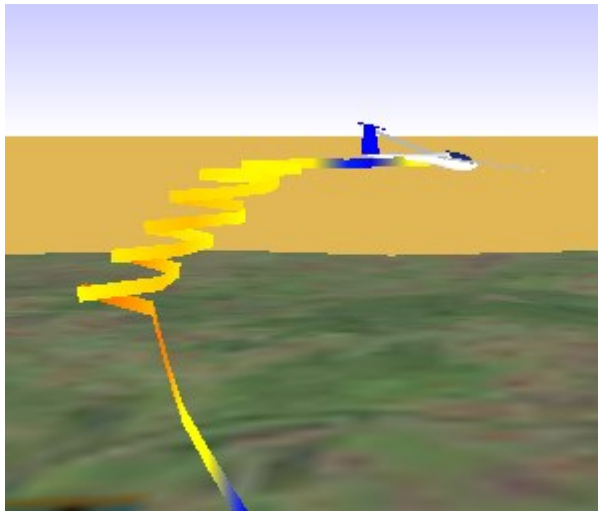
Region Dingel

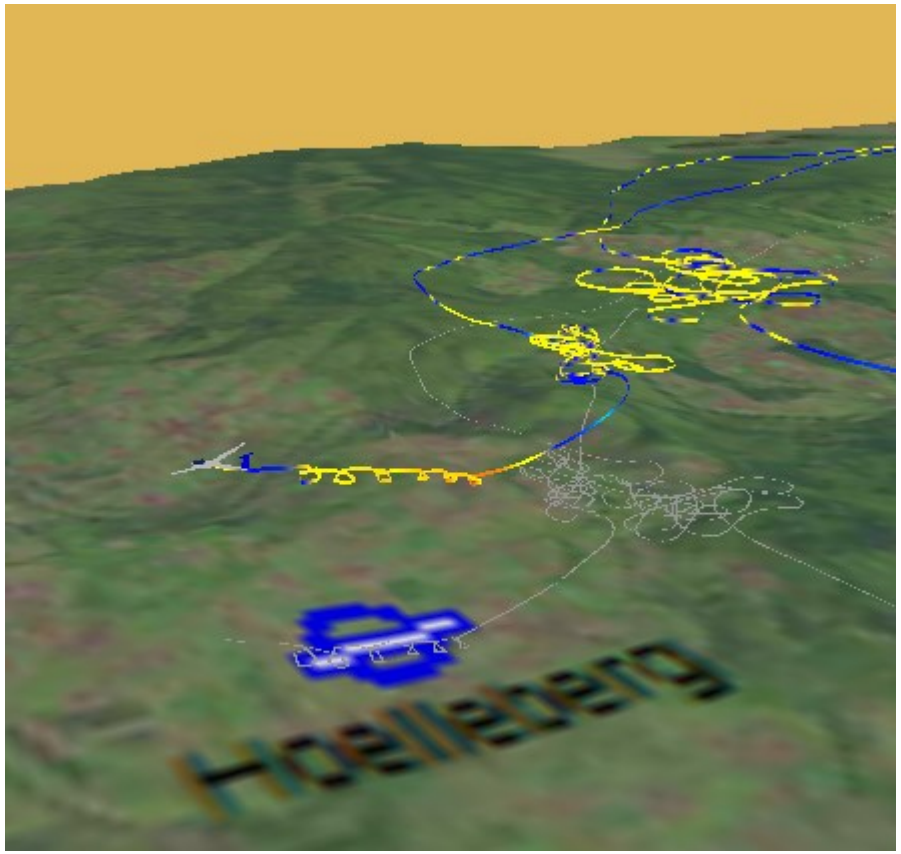
14.4.2007


StrePla - Herbert Horbruegger - [Dingelwendepunkte.st2 - Unbenannt]
Datei Bearbeiten Einfügen Ansicht Flugwege pc_met Extras Layout ?
1:400.000
vertikale Geschwindigkeit
Karte 3D Wendepunkte Routen Flugwege
Info 3 - Barogramm
12 h 13 h 14 h 15 h 16 h 17 h 18 h
2000 m
1500 m
1000 m
500 m
0 m
Meisner
Brakel
Uslar
Weber
Gottingen
Kassel Calden
Zierenberg Domb
Am Stauffenberg
Witzenhausen Bur
Wolfhagen Graner
Kassel
Grifte Edermuend
Hessisch Lichten
Frankenhausn
Sommerda
Flugwege analysieren
N51°17'23 E010°01'19
Start
Posteingang - Outloo...
Microsoft PowerPoint ...
StrePla - Herbert Hor...
DE
22:48

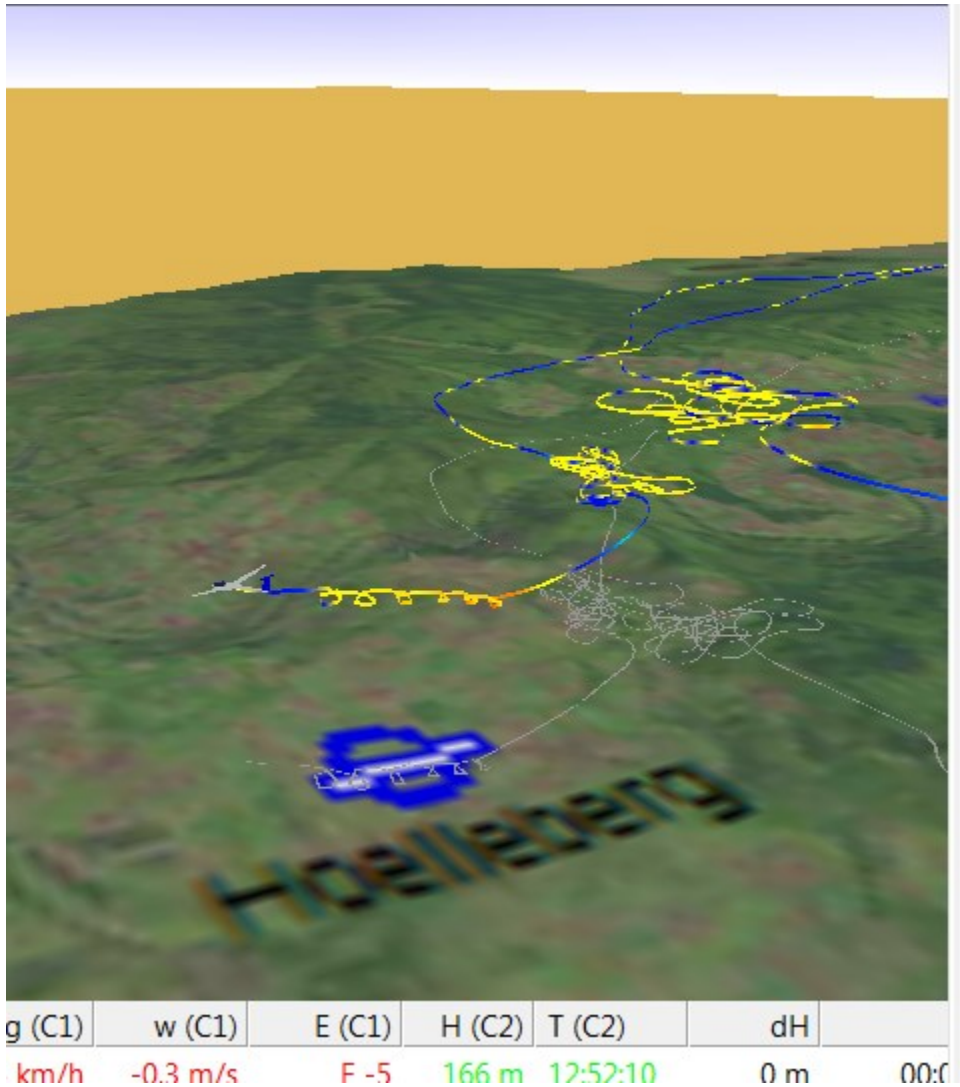
14.4.2007 Beberbeck, Helmarshausen, Ost 100°, 30 km/h @ 1200m, HH

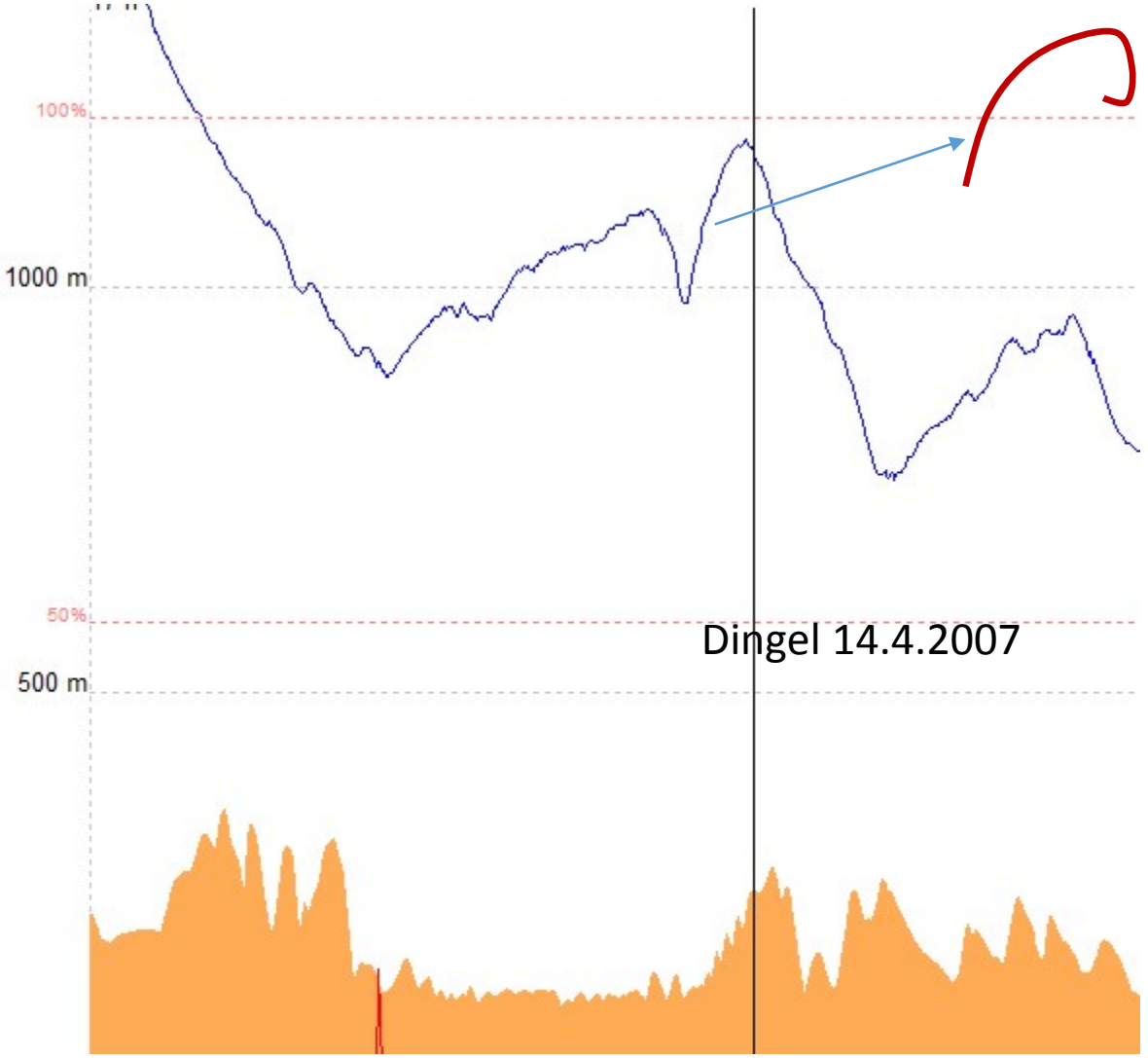


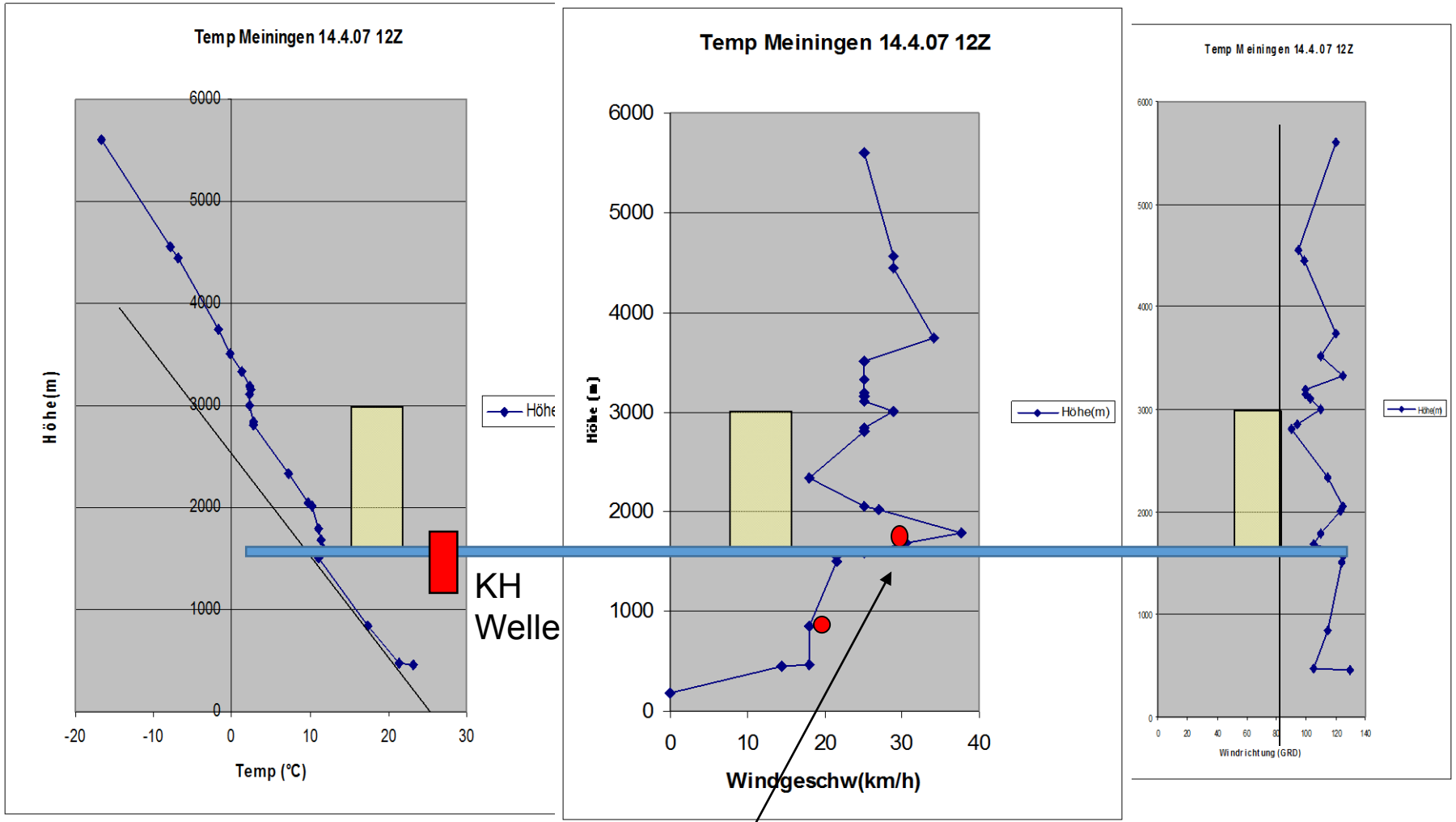




Dingel
14.4.2007


Hoellaberg
g (C1)
w (C1)
E (C1)
H (C2)
T (C2)
dH
km/h
-0.3 m/s
E -5
166 m
12:52:10
0 m


100%
1000 m
50%
500 m
Dingel 14.4.2007



Logger Messung im Flug, (Kreisversatz)

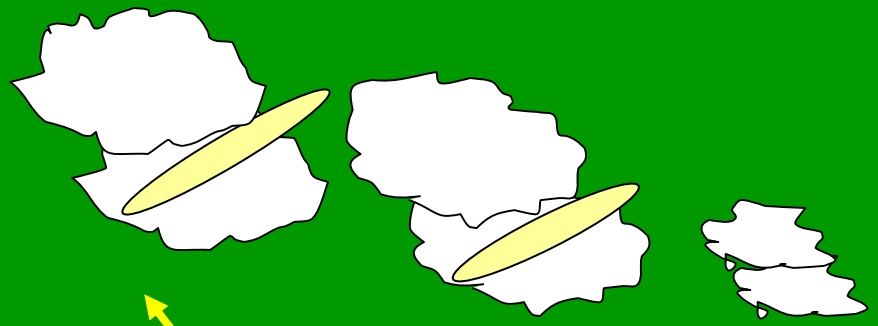
=> gleich Windgeschwindigkeit !

Thermikwellen, 14.2.09
Herbert Horbrügger


Dingel, Hofgeismar 25.7. 2008
Thermikwellen, 14.2.09
Herbert Horbrügger

Schema : relativer Wind an der Cumuluswolke

Abwandern der Wolken mit dem Höhenwind



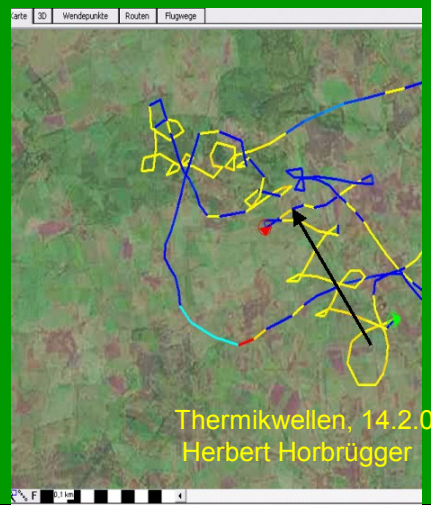
rel Wind Cu Tops 151°

11 km/h

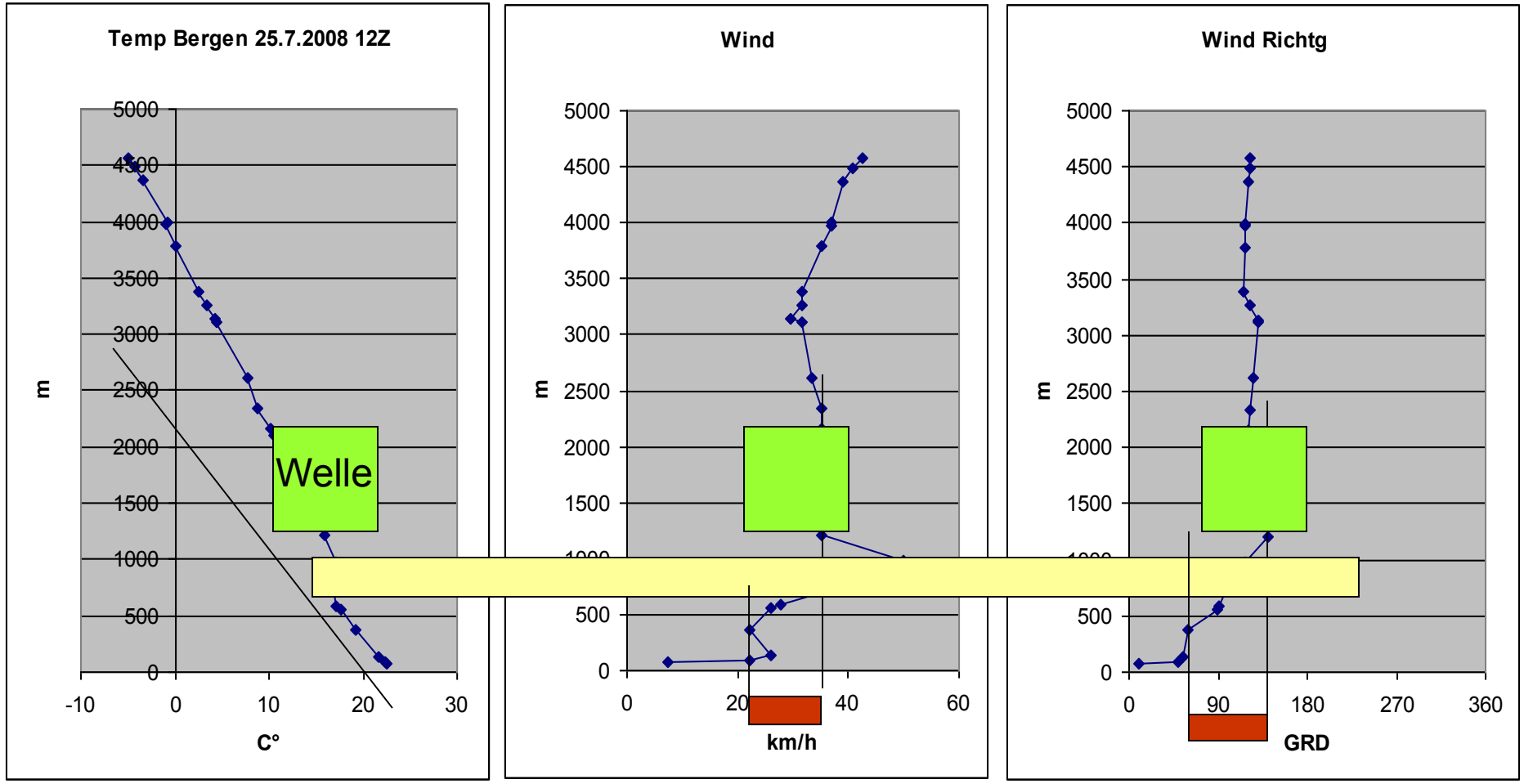
Basis: 170° 20 km/h

Abwandern des Aufwindsystems
151° 24 km/h

Wind OnTop
151° 35 km/h



Temp Bergen 25.7.2008 12:00 GMT

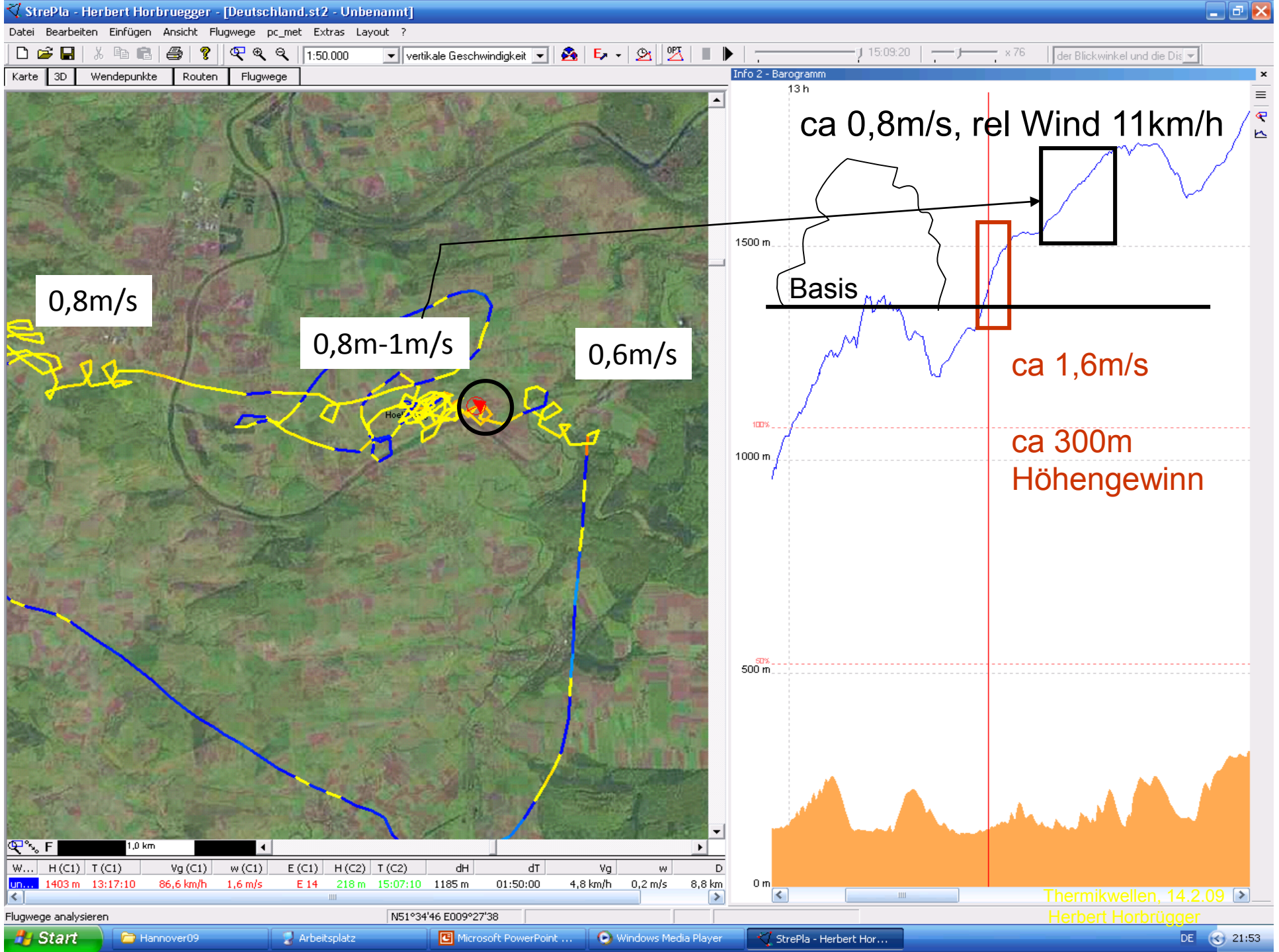


Windscherung

Boden : 22km/h 65°

2000m : **35 km/h** **ca 151°**

Thermikwellen, 14.2.09
Herbert Horbrügger

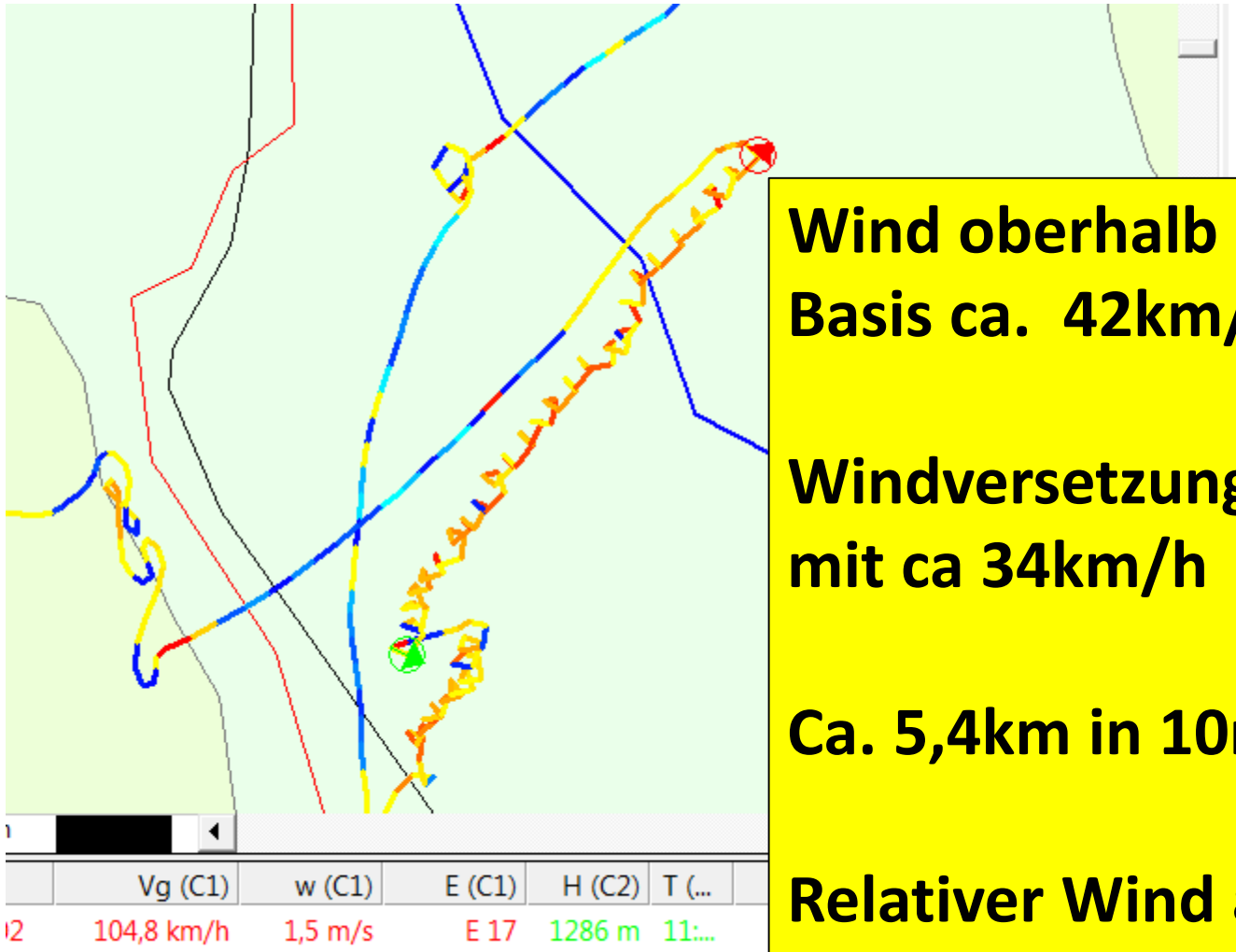

StrePla - Herbert Horbruegger - [Deutschland.st2 - Unbenannt]
Datei Bearbeiten Einfügen Ansicht Flugwege pc_met Extras Layout ?
1:50.000
vertikale Geschwindigkeit
Karte 3D Wendepunkte Routen Flugwege
0,8m/s
0,8m-1m/s
0,6m/s
Info 2 - Barogramm
13 h
ca 0,8m/s, rel Wind 11km/h
1500 m
Basis
ca 1,6m/s
ca 300m
Höhengewinn
1000 m
500 m
0 m
W... H (C1) T (C1) Vg (C1) w (C1) E (C1) H (C2) T (C2) dH dT Vg w D
un... 1403 m 13:17:10 86,6 km/h 1,6 m/s E 14 218 m 15:07:10 1185 m 01:50:00 4,8 km/h 0,2 m/s 8,8 km
Flugwege analysieren
N51°34'46 E009°27'38
Thermikwellen, 14.2.09
Herbert Horbrügger
Start
Hannover09
Arbeitsplatz
Microsoft PowerPoint ...
Windows Media Player
StrePla - Herbert Hor...
DE
21:53


Brandenburg 22.6. 2008
ca 11:30
Erst bilden sich Lentis,
..dann unter den Lentis
erste Cumuli,
D - 7966
B8
Thermikwellen, 14.2.09
Herbert Horbrügger

Brandenburg 22.6. 2008, Aufstieg vor einem Cu

Thermikwellen, 14.2.09
Herbert Horbrügger

Brandenburg 22.6. 2008, Aufstieg vor einem Cu

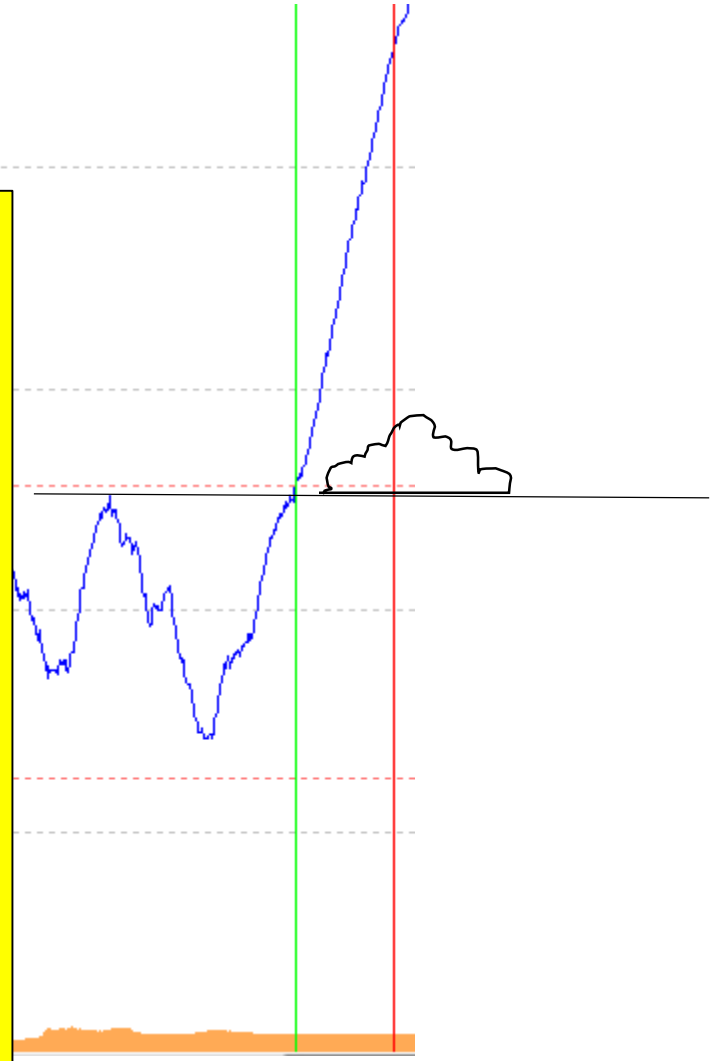


Wind oberhalb der Basis ca. 42km/h

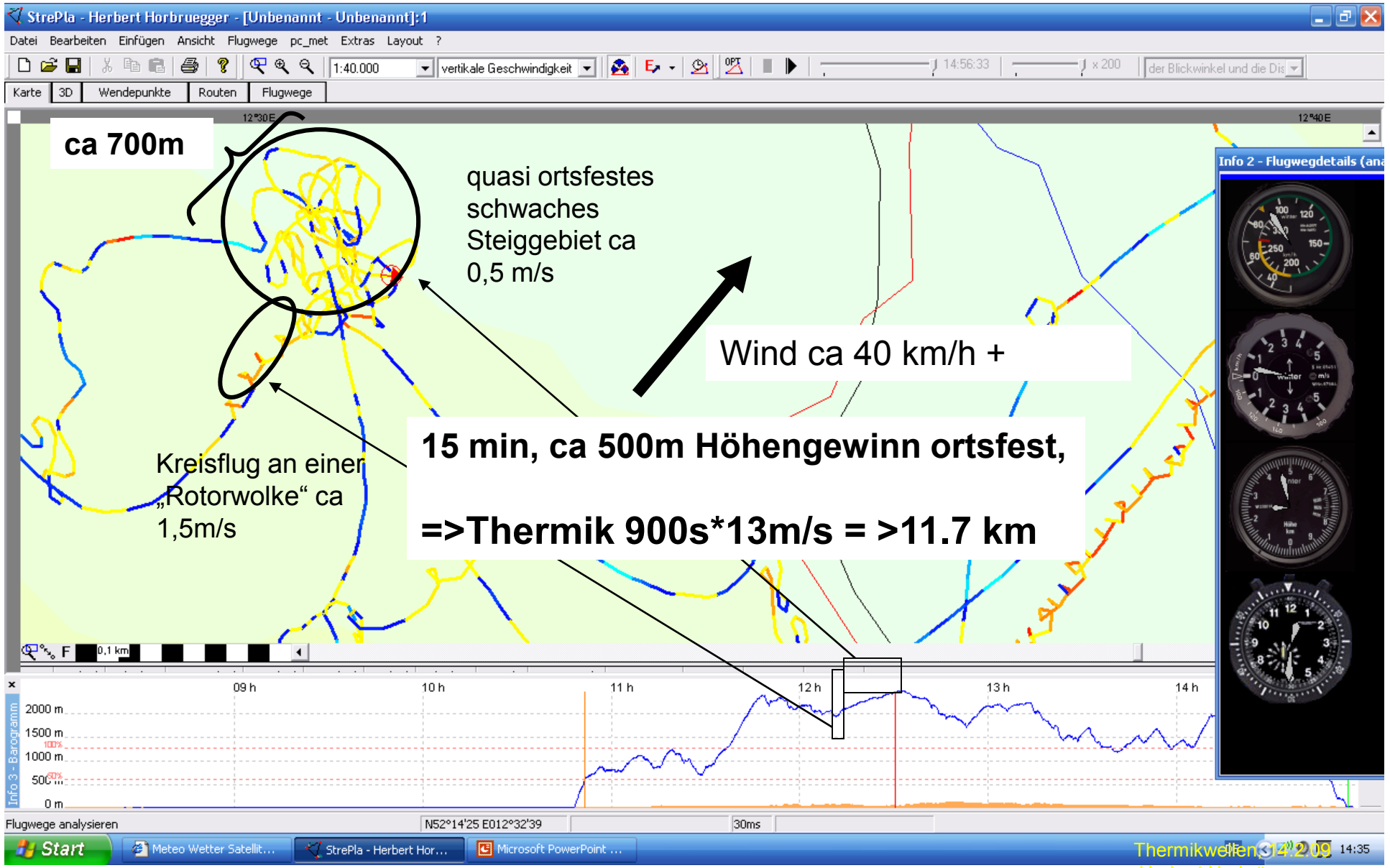
Windversetzung mit ca 34km/h

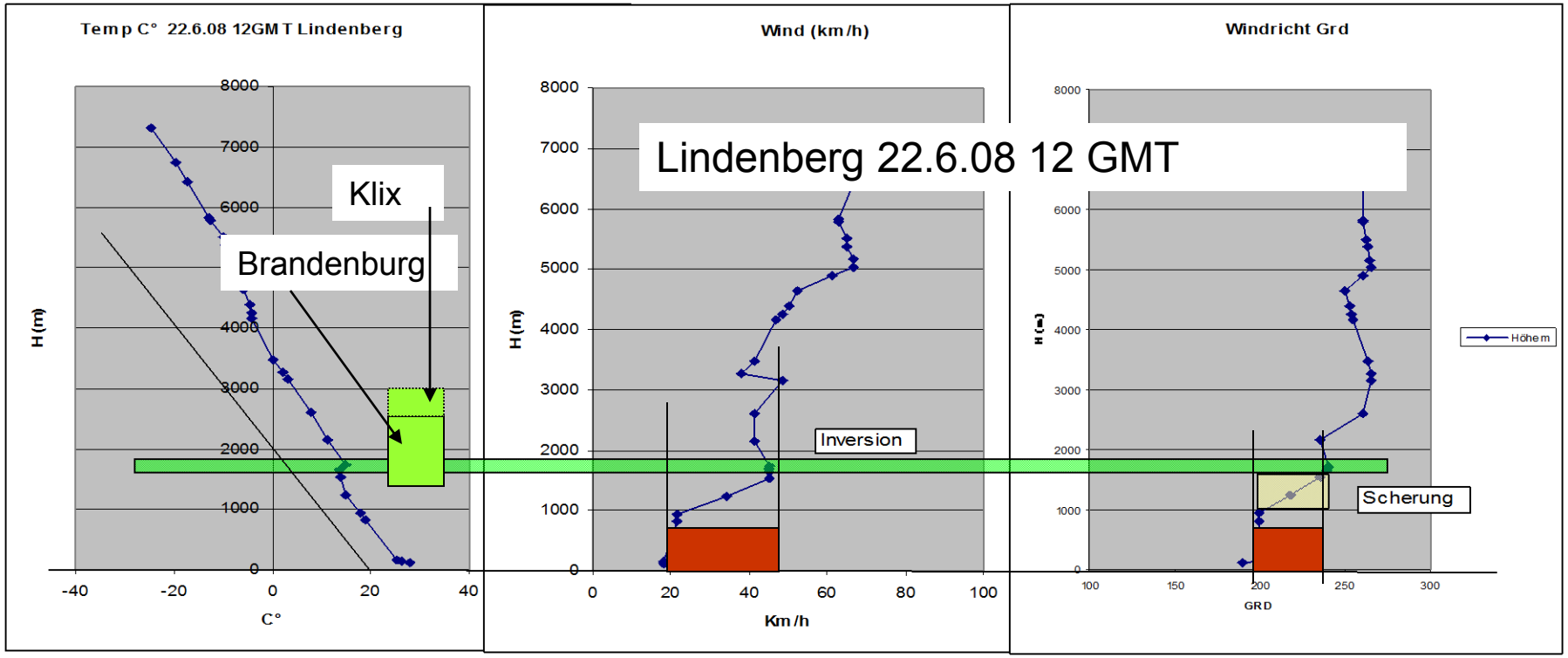
Ca. 5,4km in 10min

Relativer Wind an der Wolke 8km/h !



Quasi ortsfestes Steiggebiet 1

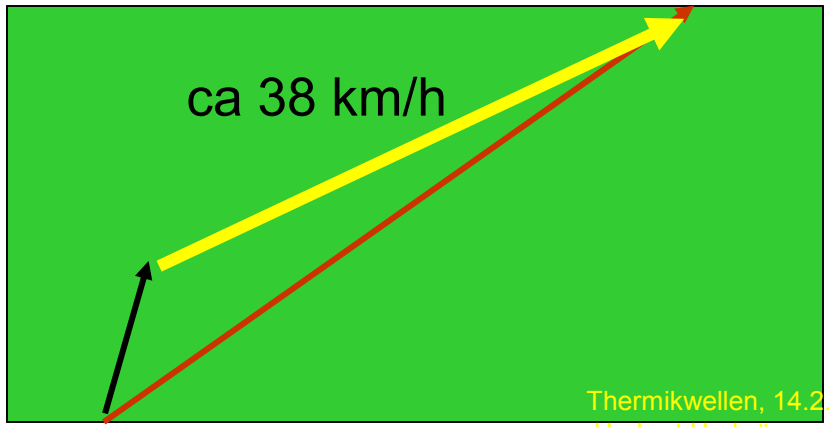




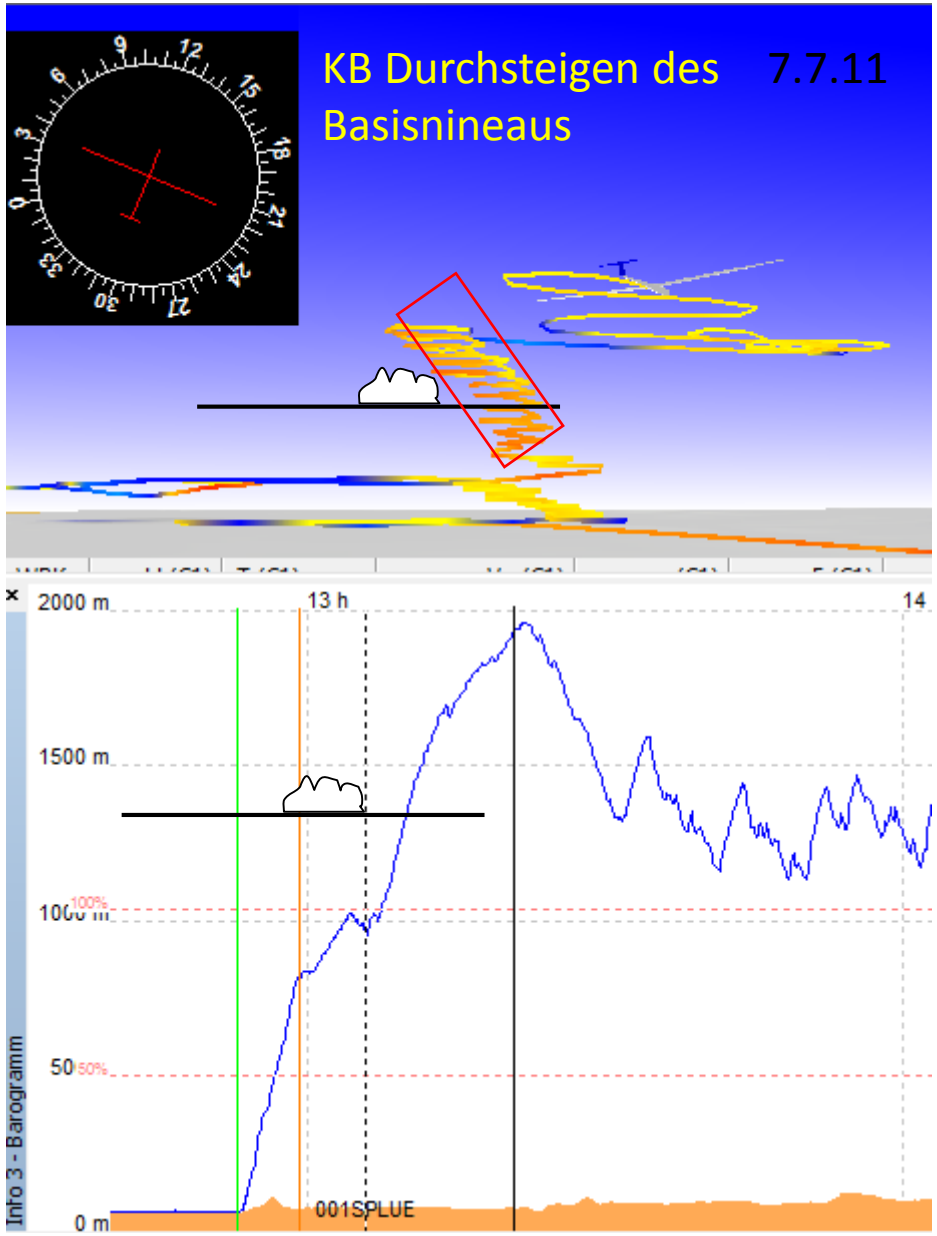
Windscherung

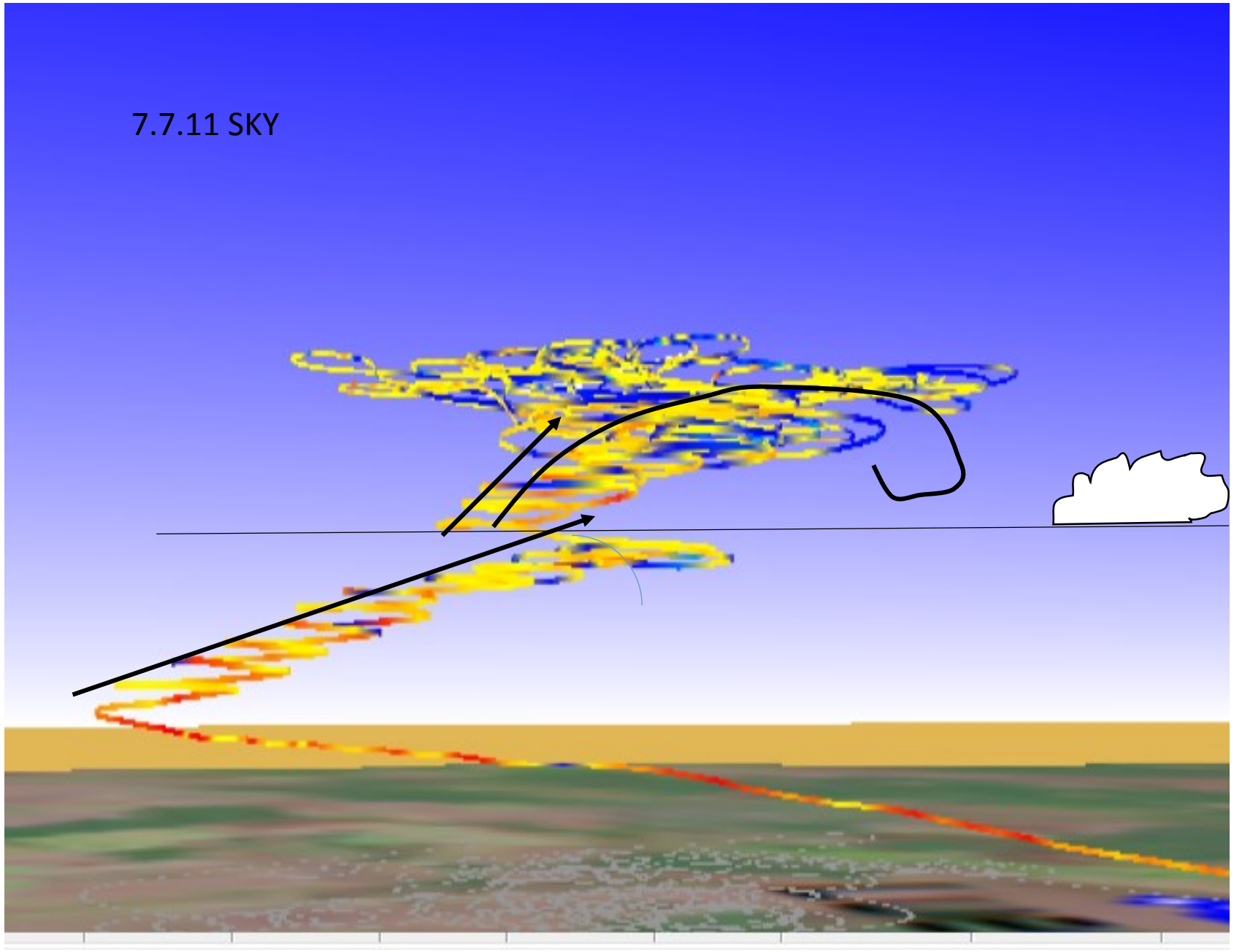
Boden : 20 km/h 200°

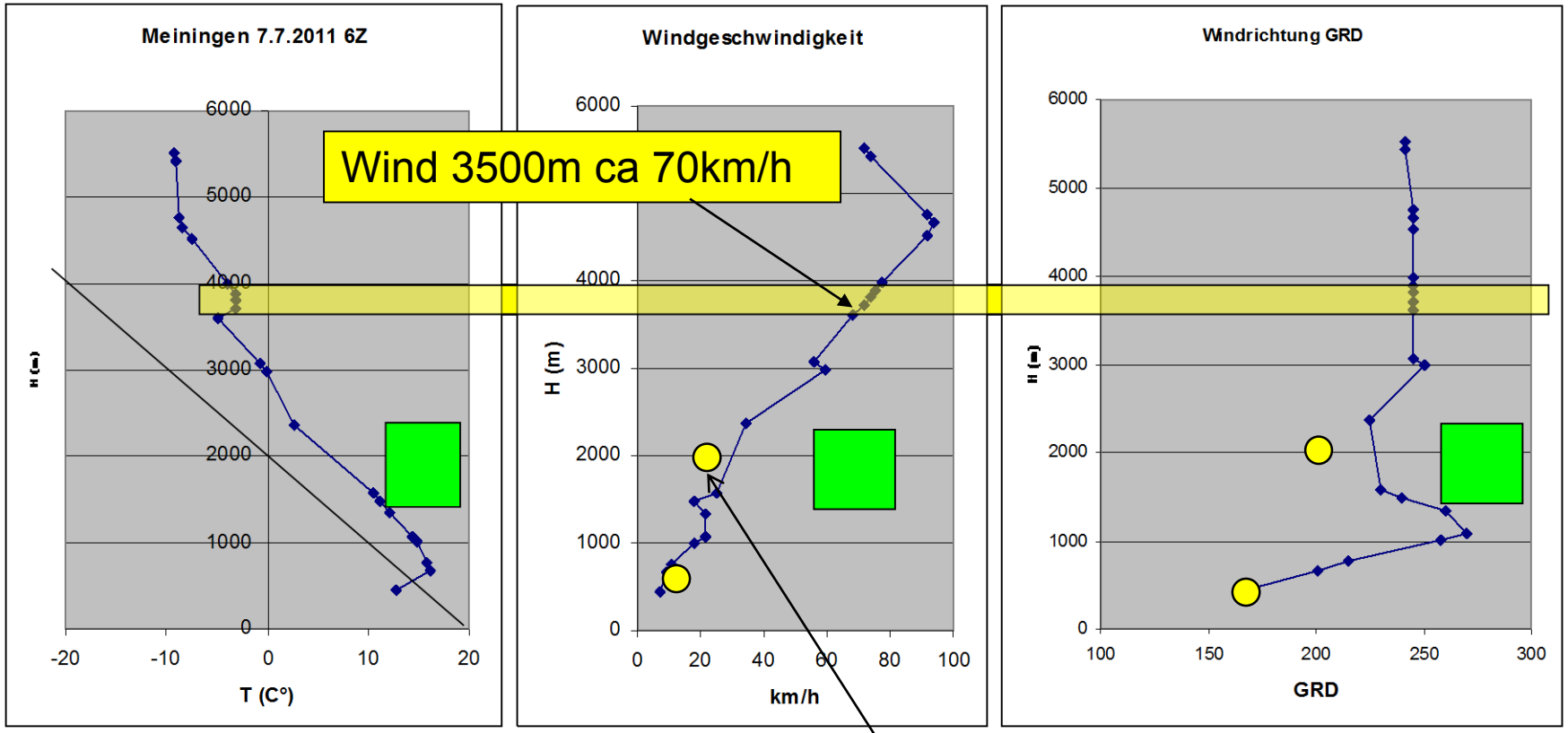
2000m : 48 km/h ca 230°



Kelvin-Helmholtz Wellen ?
DM Lüsse Juli-2011

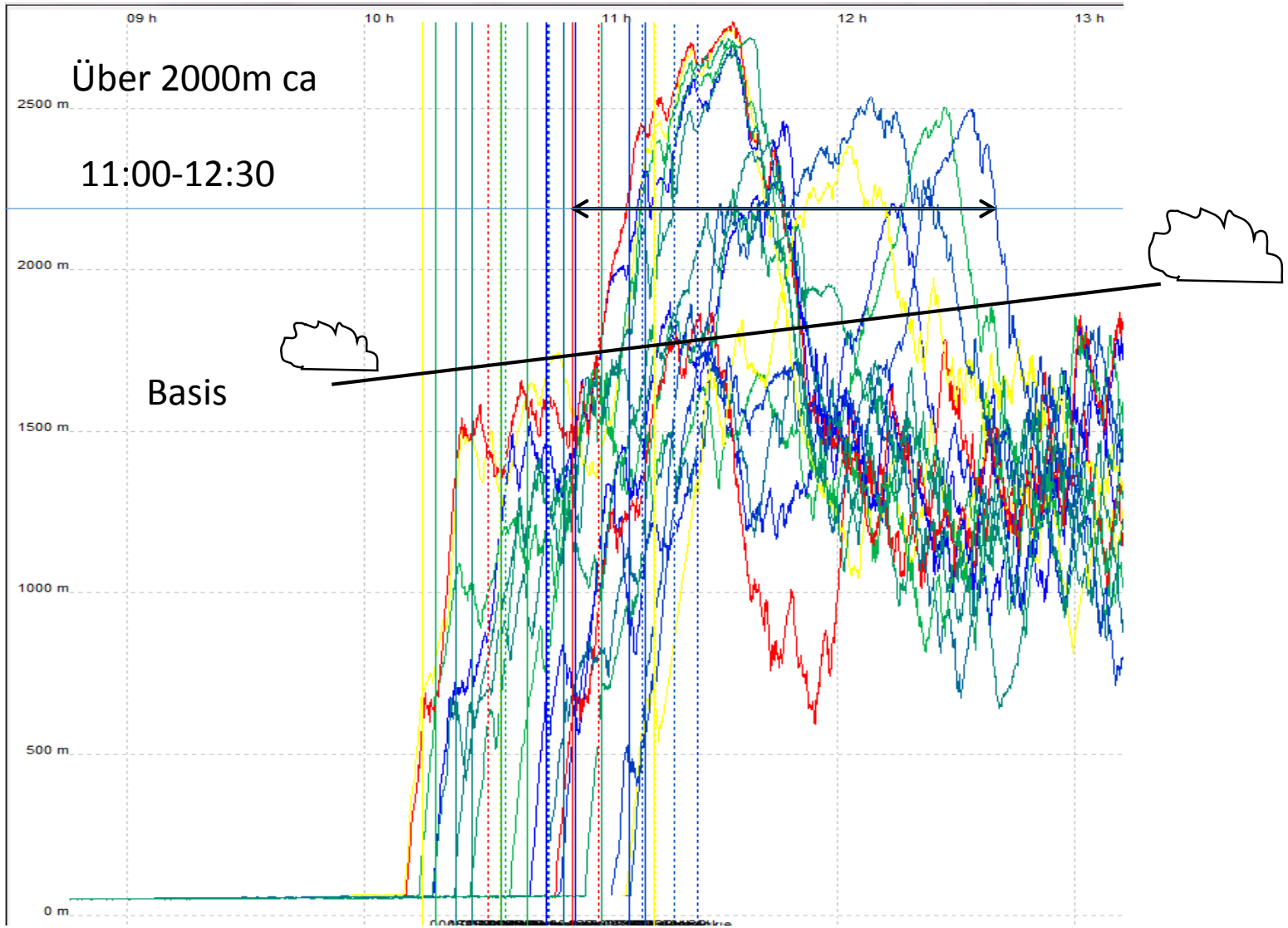

KB Durchsteigen des Basisnineaus
7.7.11
2000 m
13 h
14
1500 m
100%
1000 m
50%
0 m
Info 3 - Barogramm
001SPLUE

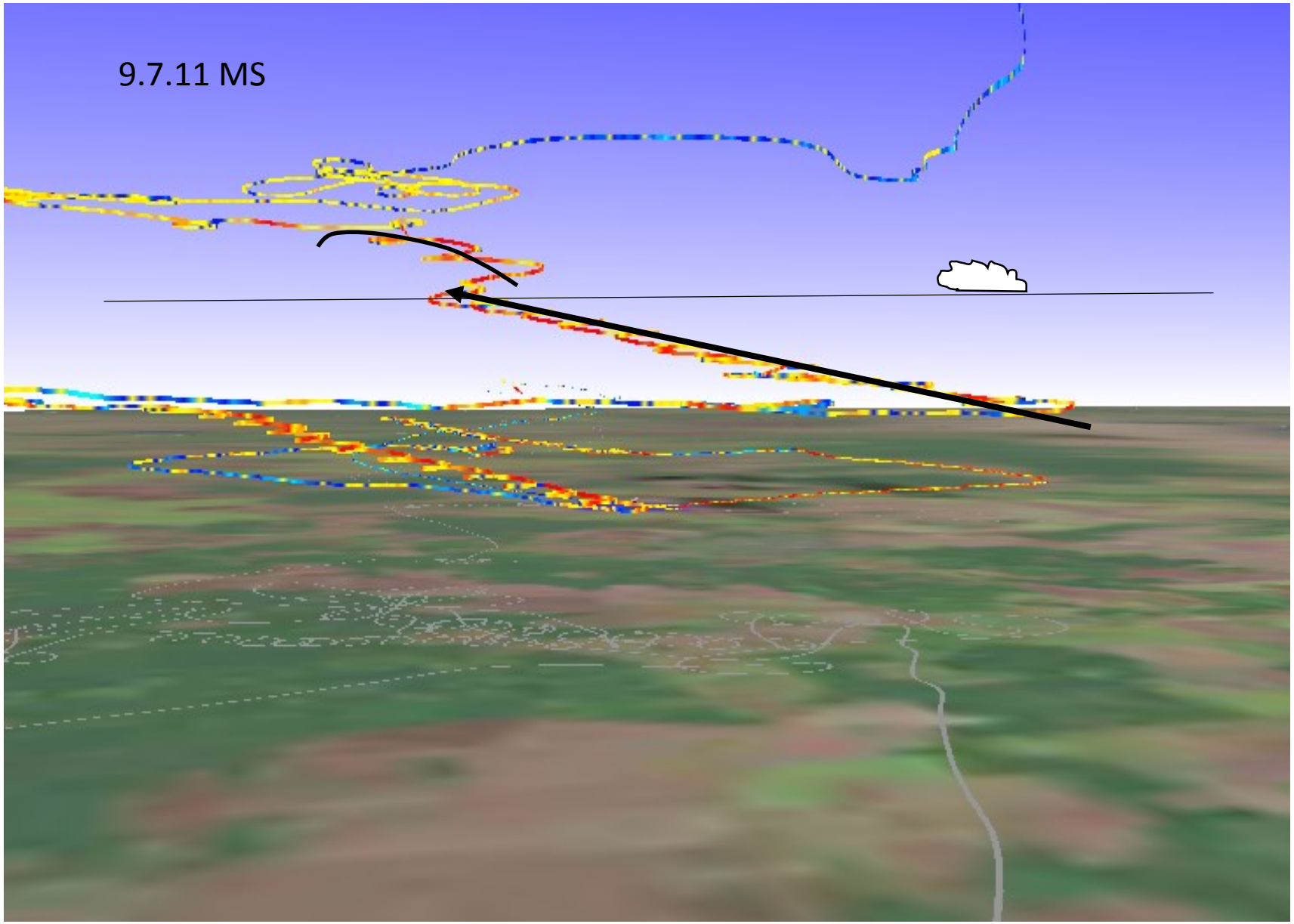

7.7.11 SKY

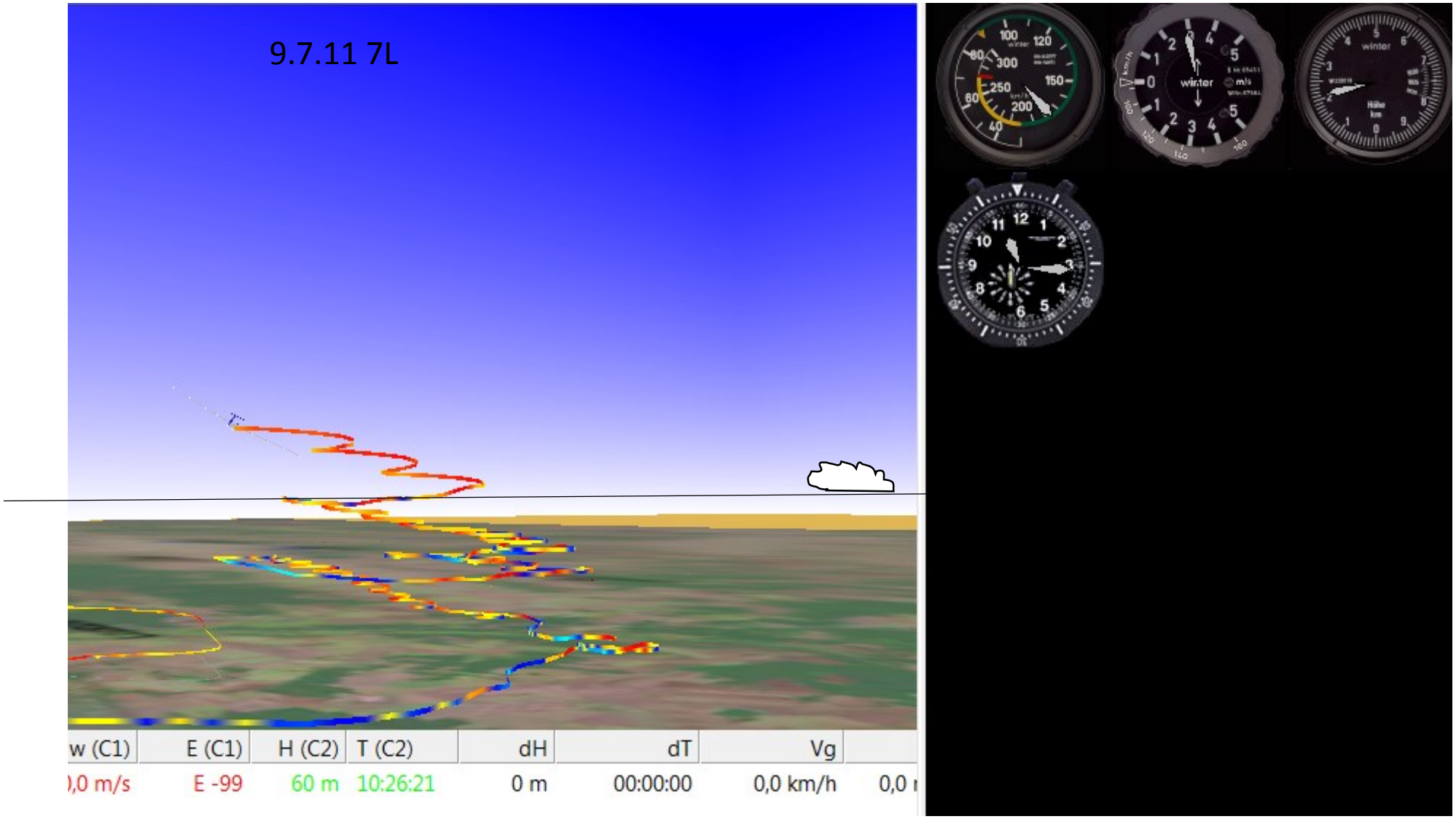


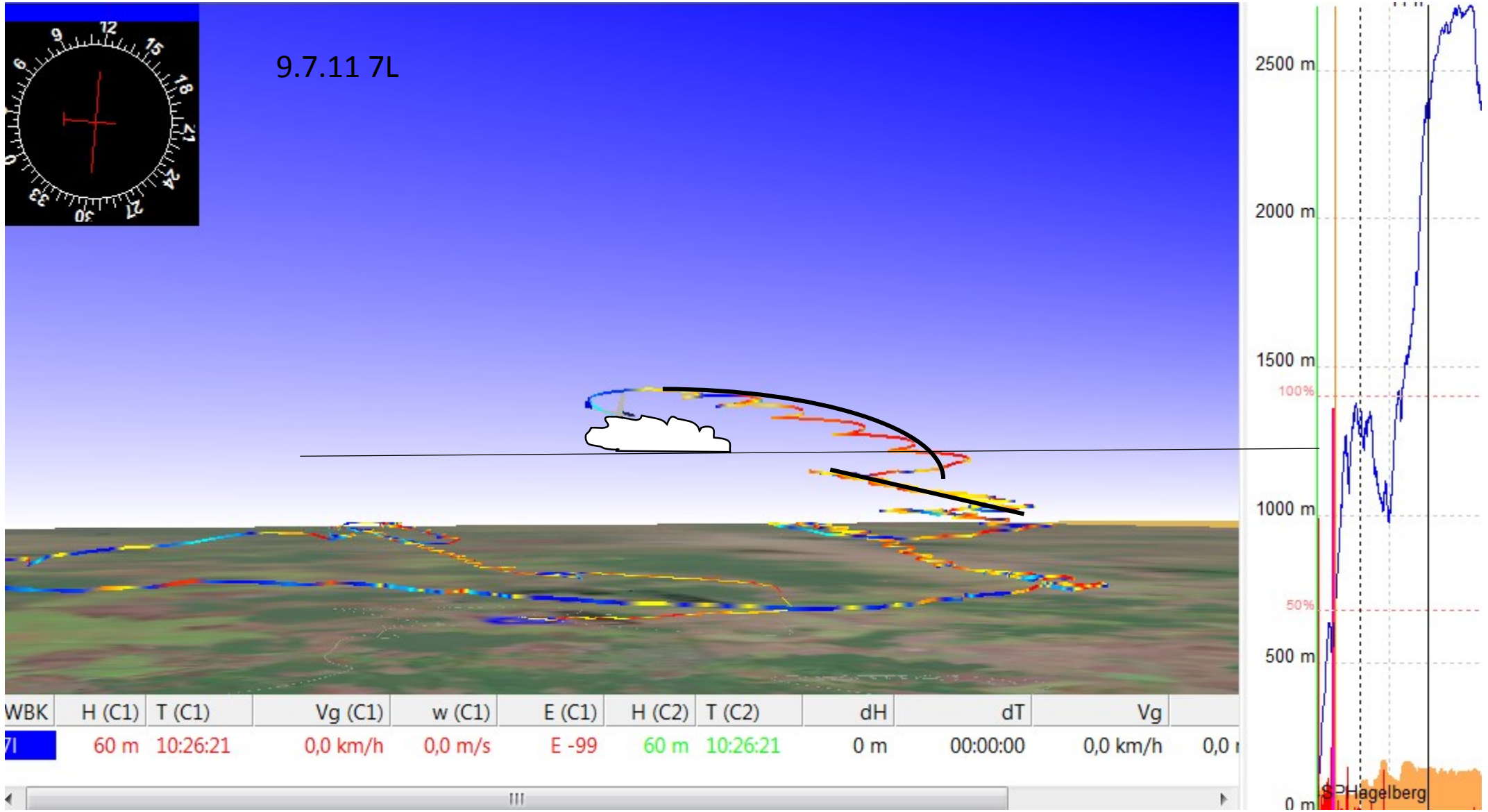
Wind aus IGCs etwas geringer als im Temp

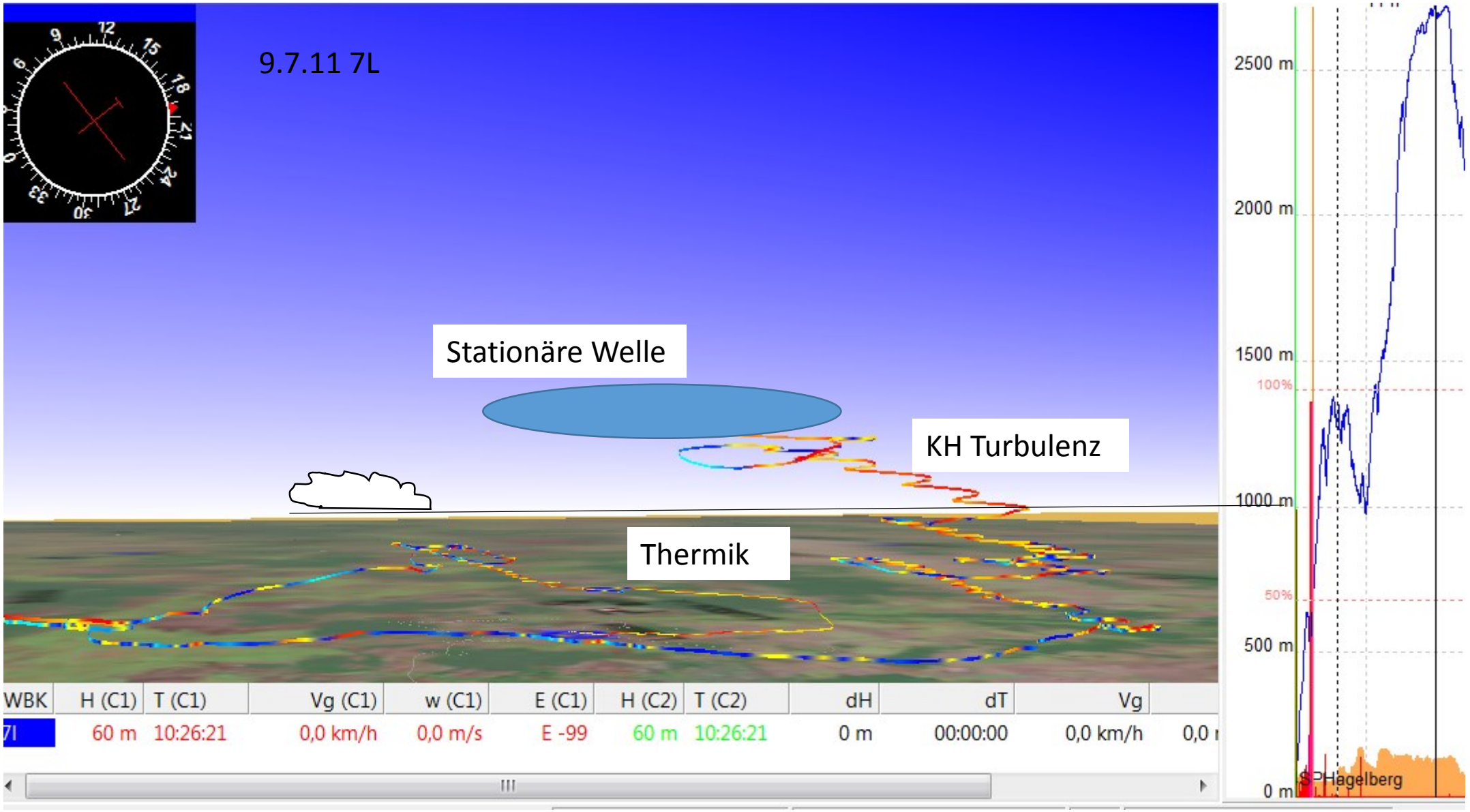
9.7.2011 ca 40-60 Flugzeuge in der Welle

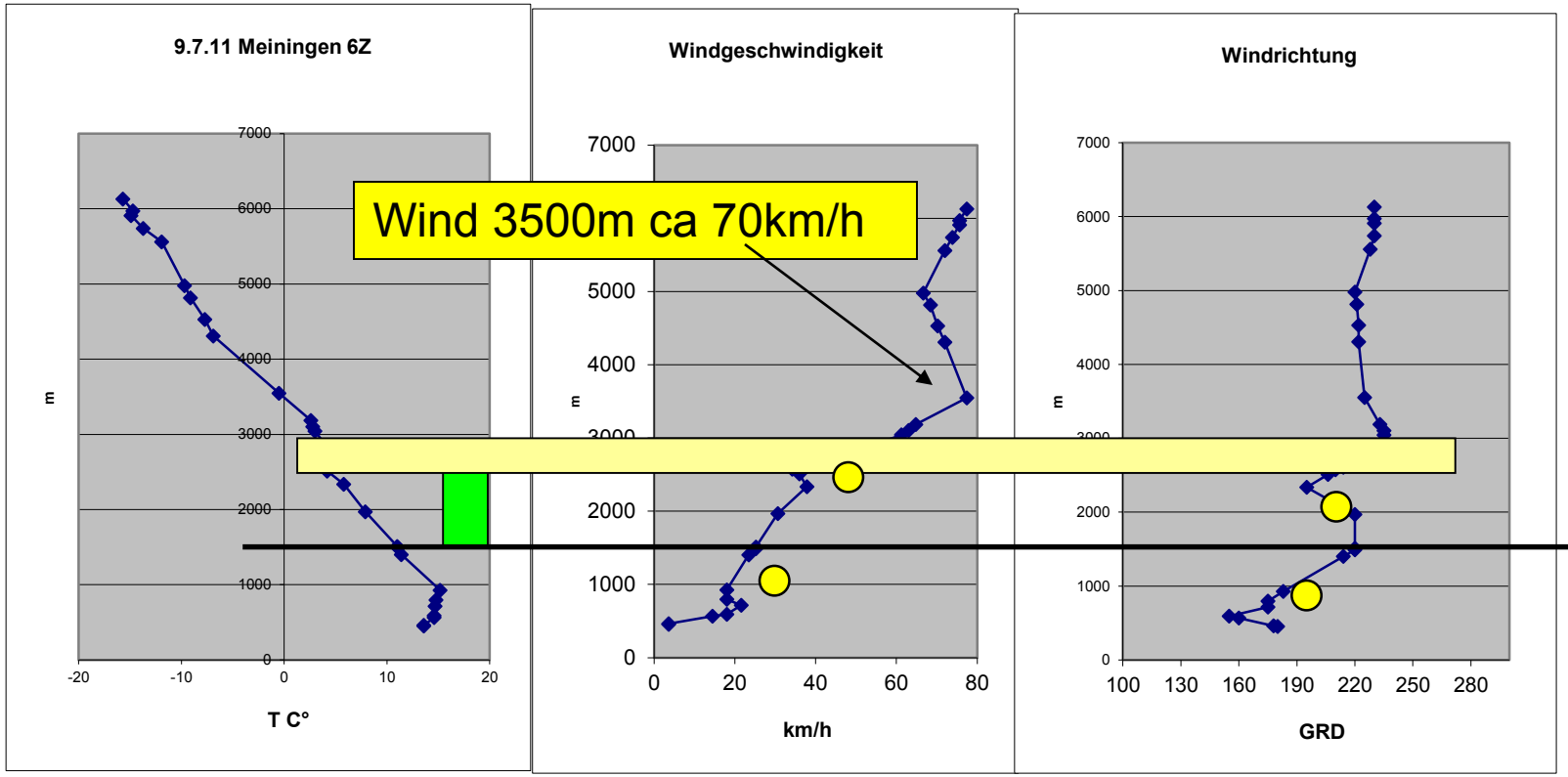



9.7.11 MS


9.7.11 7L
w (C1)
E (C1)
H (C2)
T (C2)
dH
dT
Vg
,0 m/s
E -99
60 m
10:26:21
0 m
00:00:00
0,0 km/h
0,0
winter

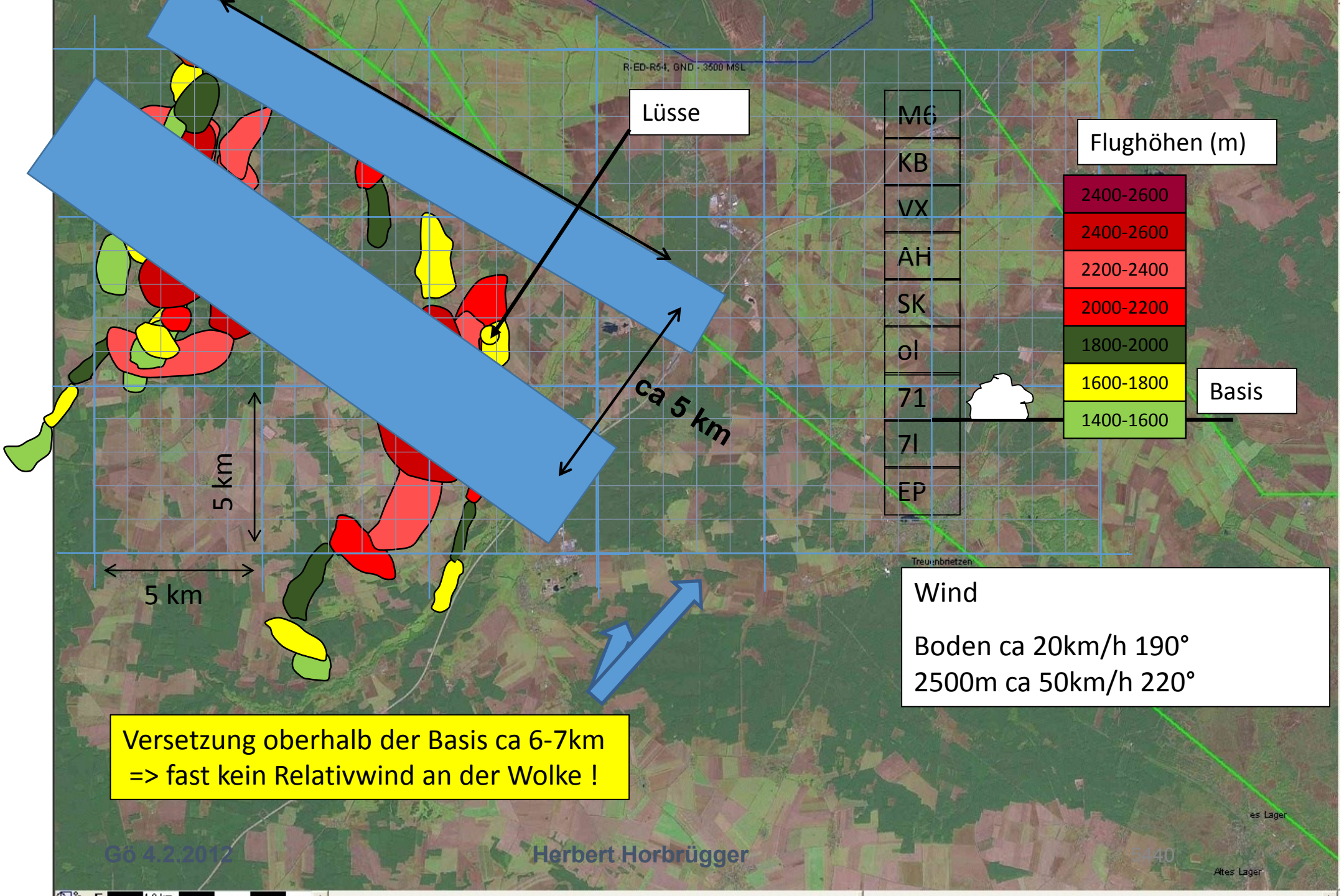

9.7.11 7L
2500 m
2000 m
1500 m
100%
1000 m
50%
500 m
0 m
Hagelberg
WBK H (C1) T (C1) Vg (C1) w (C1) E (C1) H (C2) T (C2) dH dT Vg
7l 60 m 10:26:21 0,0 km/h 0,0 m/s E -99 60 m 10:26:21 0 m 00:00:00 0,0 km/h

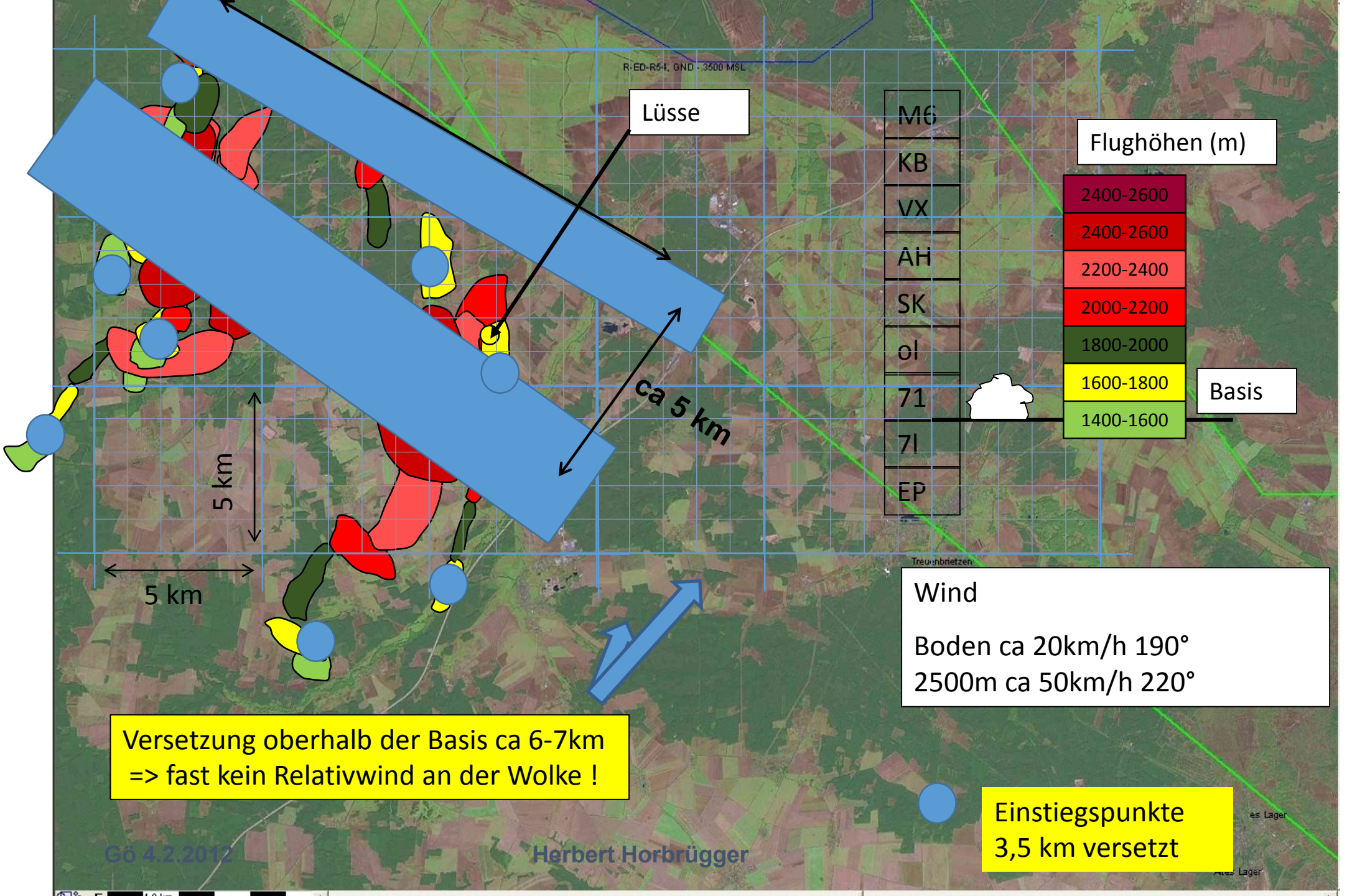

9.7.11 7L
Stationäre Welle
KH Turbulenz
Thermik
2500 m
2000 m
1500 m
100%
1000 m
50%
500 m
0 m
SP Hagelberg
WBK H (C1) T (C1) Vg (C1) w (C1) E (C1) H (C2) T (C2) dH dT Vg
7l 60 m 10:26:21 0,0 km/h 0,0 m/s E -99 60 m 10:26:21 0 m 00:00:00 0,0 km/h 0,0



Messwerte aus den IGCs …etwas größer als im Temp !
Versetzung oberhalb der Basis ca 6-7km

=> fast kein Relativwind im Wolkenniveau !


Lüsse
M6
KB
VX
AH
SK
ol
71
7l
EP
Flughöhen (m)
2400-2600
2400-2600
2200-2400
2000-2200
1800-2000
1600-1800
1400-1600
Basis
ca 5 km
5 km
5 km
Wind
Boden ca 20km/h 190°
2500m ca 50km/h 220°
Versetzung oberhalb der Basis ca 6-7km
=> fast kein Relativwind an der Wolke !


Lüsse
ca 5 km
5 km
5 km
M6
KB
VX
AH
SK
ol
71
7l
EP
Flughöhen (m)
2400-2600
2400-2600
2200-2400
2000-2200
1800-2000
1600-1800
1400-1600
Basis
Wind
Boden ca 20km/h 190°
2500m ca 50km/h 220°
Versetzung oberhalb der Basis ca 6-7km
=> fast kein Relativwind an der Wolke !
Einstiegspunkte
3,5 km versetzt
Gö 4.2.2012
Herbert Horbrügger

Thermikwellenflüge Jörgs Berichtesammlung & OLC

		max Höhe	Scherwind	Thermik	Welle	
Dingel	6.4.00	3000m	46 km/h	2-3m/s	2-3m/s	★
Dingel	6.4.02	3000m	ca 40km/h	1,5m/s	1,5m/s	★
Dingel	18.4.03	3000m	40 km/h	2,4m/s	1,2m/s	
Dingel	3.8.03	3000m	40 km/h	2 m/s	1,5m/s	
Cottbus	27.7.05	3000m	36 km/h	1,8m/s	1,3m/s	
Tischenreuth	27.7.05	2800m	36 kmh	3 m/s	1,1m/s	
Würzburg	27.7.05	3000m	36 km/h	2,2 m/s	1,3m/s	
Brandenburg	22.6.08	2500m +	38 km/h	1,8m/s	2m/s	★
Klix	22.6.08	3000m	30 km/h+	2 m/s	2m/s	★
Dingel	25.7.08	2200m	20 km/h	1,6m/s	1,6-1m/s	★

★ Wellen Steigwerte ähnlich der Thermik

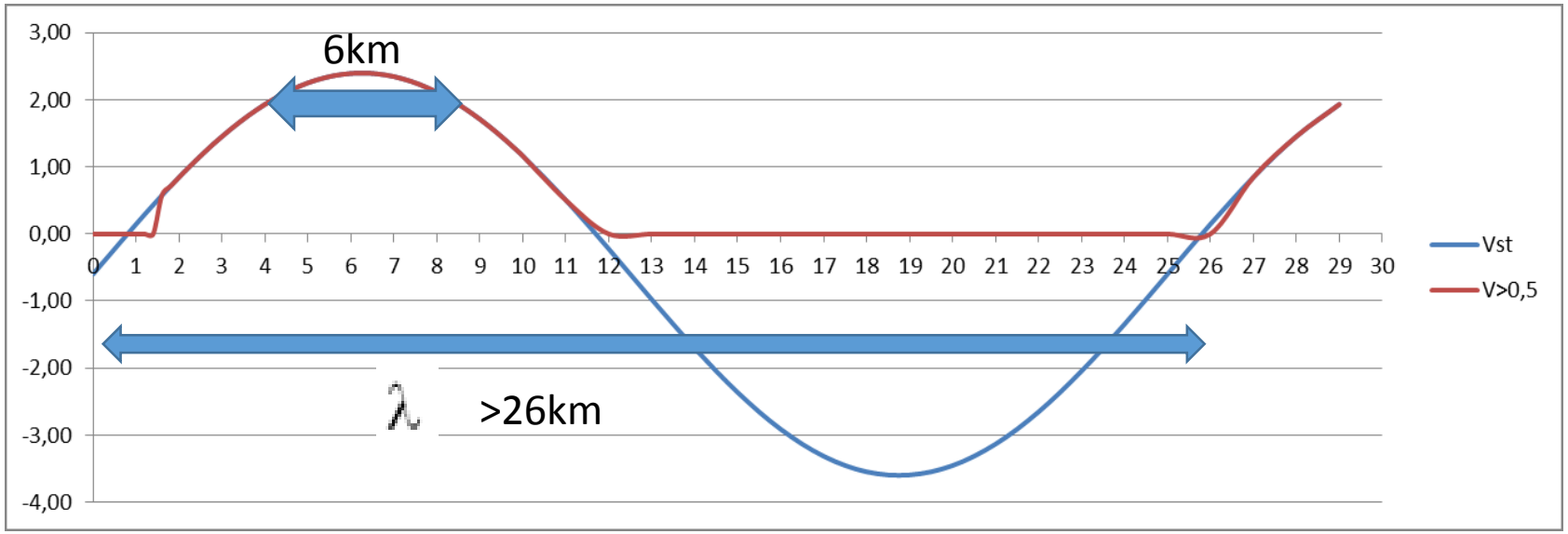
Thermikwellen, 14.2.09
Herbert Horbrügger

Zusammenfassung der Flüge

- Relativgeschwindigkeit des Windes zur Wolke gering 0-10km/h
- Versetzung im Kreisflug oberhalb der Basis
- Abwandern des Aufwindgebietes
- Starke Steigwerte 2-3m/s
- Höhengewinn 200-400m
- Oberhalb weitere großflächige stationäre Steiggebiete (0,5 m/s)

Stationäres Wellenmodell erklärt nicht die leeseitige Ausbreitung der Steiggebiete

Bestes Steigen λ **/ 4**

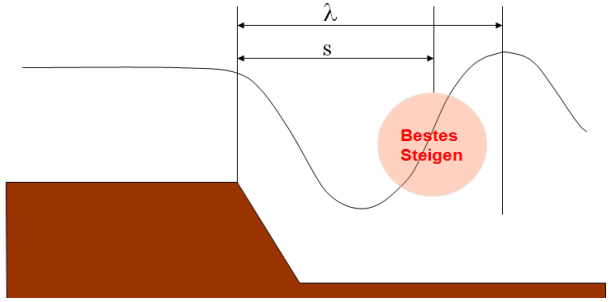


Die Formel

Robert Prat

$s\ [km] = v_{Wind}[km/h] / 10$

$s = 3/4\ \lambda$



Wellenlänge wäre λ **> 26 km => Wind > 150 km/h ?**

Thermikwellen Erklärungsversuch

1. **Thermik**, Inversion durch überlagerte Welle angehoben

   ..warum vor der Wolke ? Warum so unterschiedlich verteilt u. sporadisch

2. **Welle** Steigzone über 6-7km im Kreisflug =>

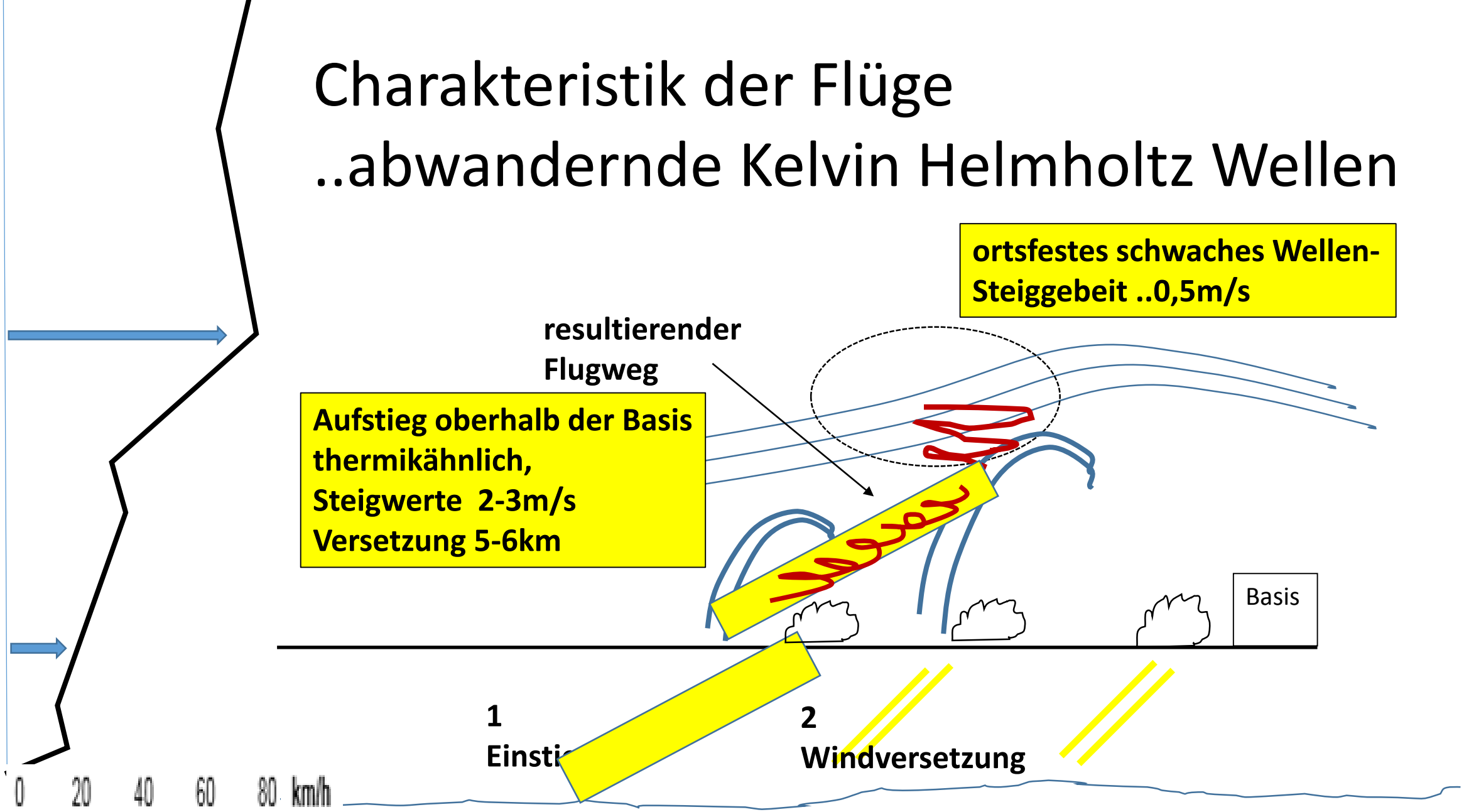
   notwenige Wellenlänge wäre > 26km, Wind > 150km/h

3. **<u>Abwandernde Kelvin Helmholtz Wellen</u>**

   <u>Thermik als Auslöse-Impuls</u>

45 s

Charakteristik der Flüge
..abwandernde Kelvin Helmholtz Wellen



Wolkenbeobachtungen
Kelvin-Helmholtz
Wellen

KH Wellen USA, ….Ort unbekannt

Klix, Bautzener Berge Kelvin-Helmholtz

Klix 29.11.2007
Westlich, luvseitig des Jeschken
Foto HH

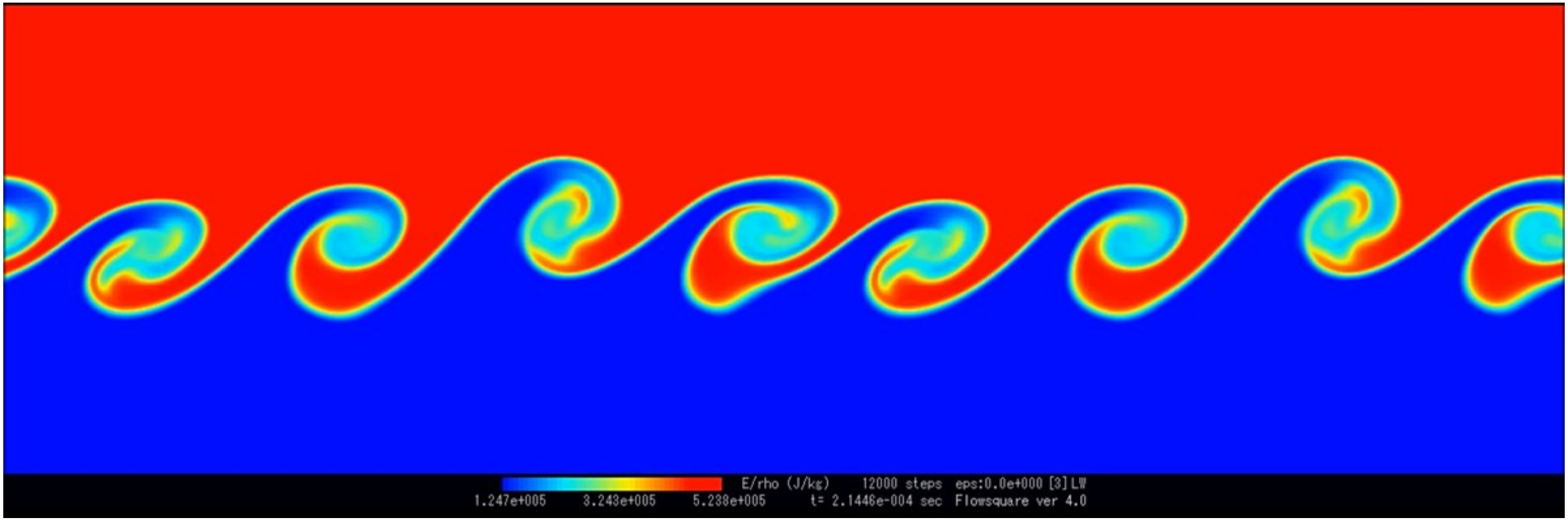

Klix 29.11.2007
Westlich, luvseitig des Jeschken
Foto HH

Rotor, Kelvin-Helmholtz Instabilität Flugplatz Brandenburg Mühlenfeld

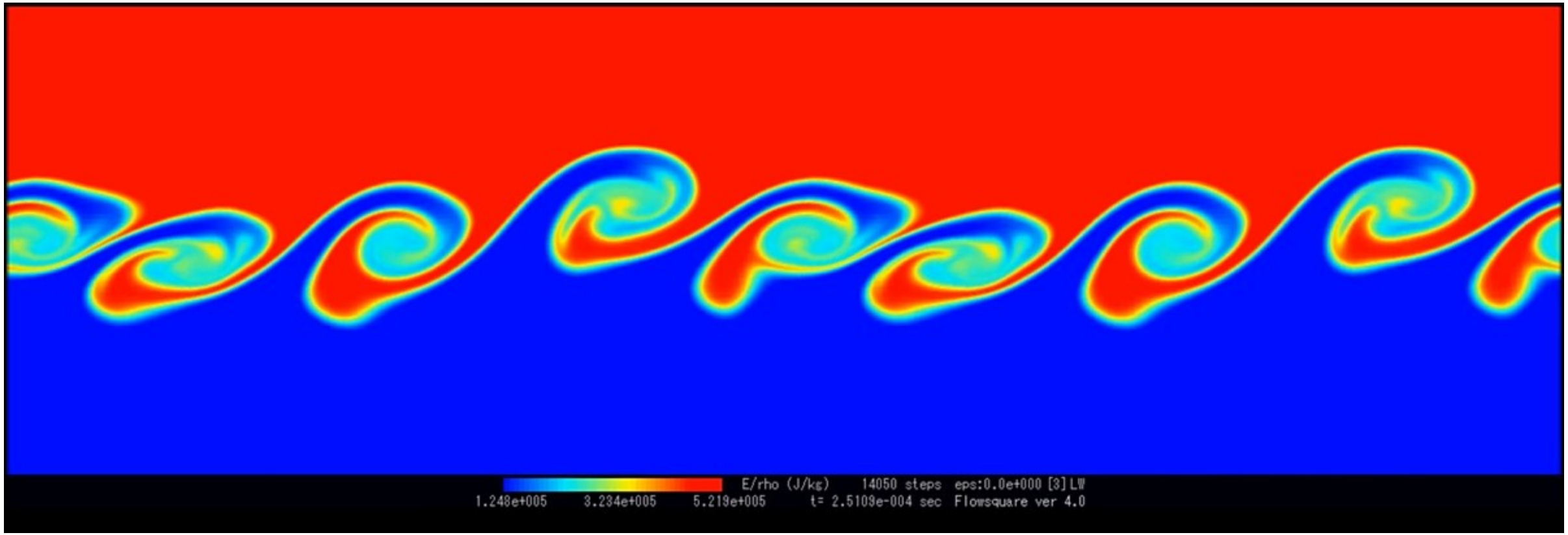
2s ⇔ 1 min

„Roll Cloud“ Berlin Spandau 2.7.2012 KH Instabilität ?
….seitliche Ausdehnung

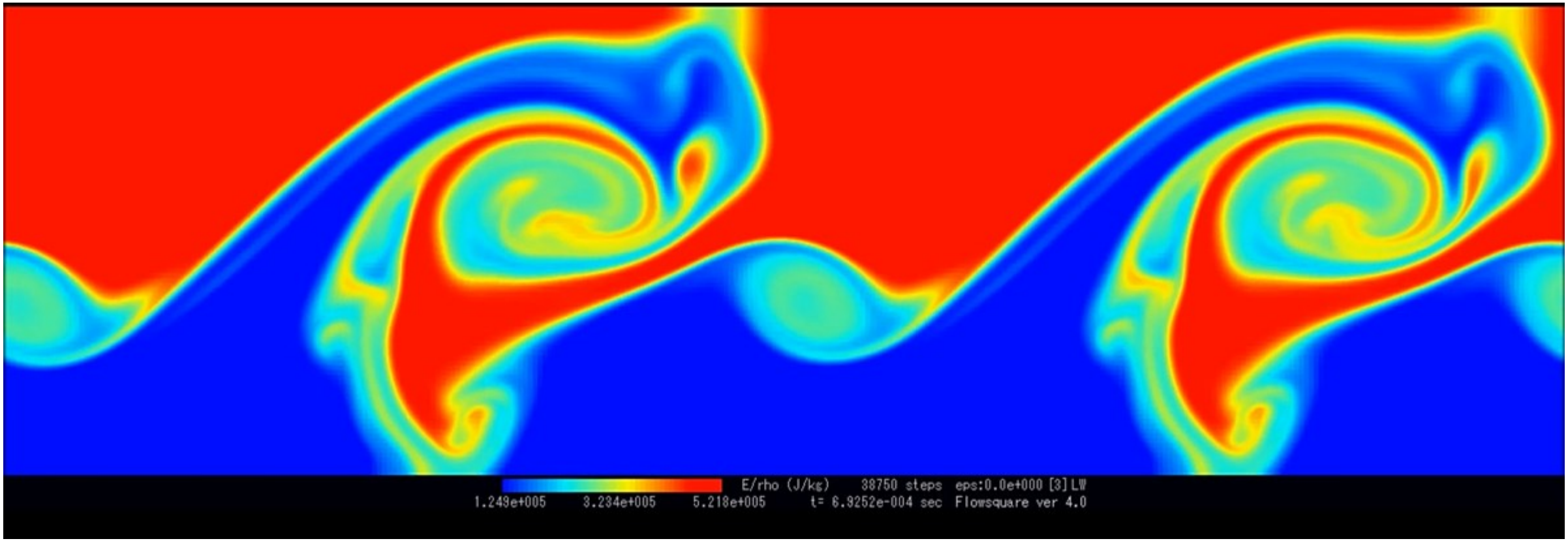
Kelvin Helmholtz Simulation



Kelvin Helmholtz Simulation



Kelvin Helmholtz Simulation



Gedern/Fulda
13.1.2015
08:11 MEZ
ca 7500m

Gedern/Fulda
13.1.2015
08:11 MEZ
ca 7500m

Foto Jan Golze

Kelvin-Helmholtz Wellen

..klein aber stark

… in der Regel in Verbindung mit überlagerten Wellen

viel Spaß beim weiterforschen