



## FLYROCK    Schotterflug – Ursachen und Vermeidbarkeit

Gegründet im Jahr 1669, ist die Universität Innsbruck heute mit mehr als 28.000 Studierenden und über 4.500 Mitarbeitenden die größte und wichtigste Forschungs- und Bildungseinrichtung in Westösterreich. **Alle weiteren Informationen finden Sie im Internet unter: [www.uibk.ac.at](http://www.uibk.ac.at).**



# FLYROCK Schotterflug – Ursachen und Vermeidbarkeit

Kooperation:

Universität Innsbruck, FCP, ÖBB

Projektart:

FFG Projektnummer 845698

Projektzeitraum:

09/2015 – 08/2016



# Entstehung von eisinduziertem Schotterflug

Ursachenforschung

Voraussetzungen für Schotterflug

Staudruck auf Schotterkörner

Luftwirbel durch Zug

Mobilisierung der Schotterkörner

Zugunterseite und Schotter

Initialzündung

Eisabwurf

Wetter

Verlauf



# Eis- und Schneebildung an Fahrzeugen

Einrichtung von Messstellen entlang der Westbahnstrecke



Bild  
1

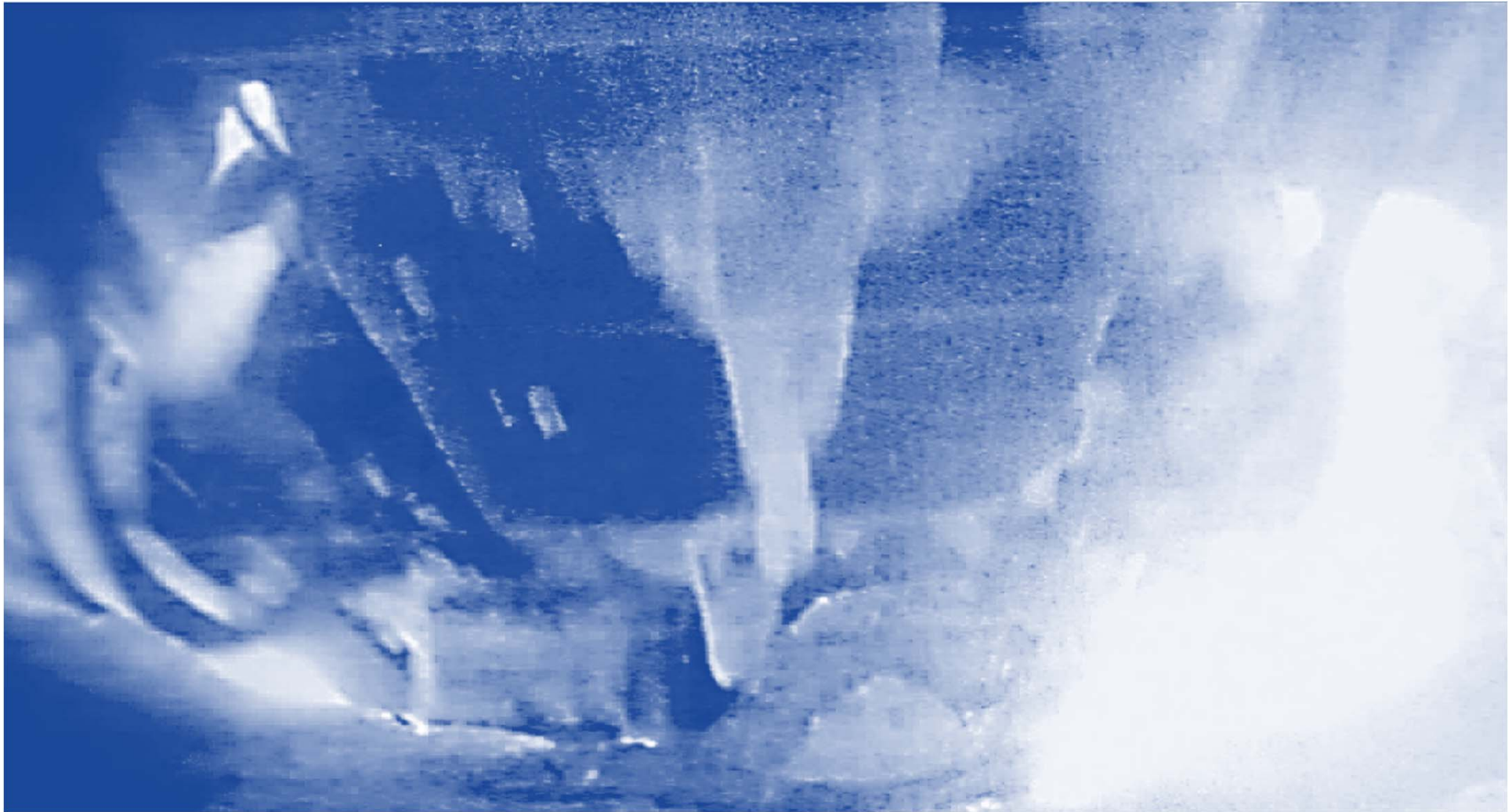


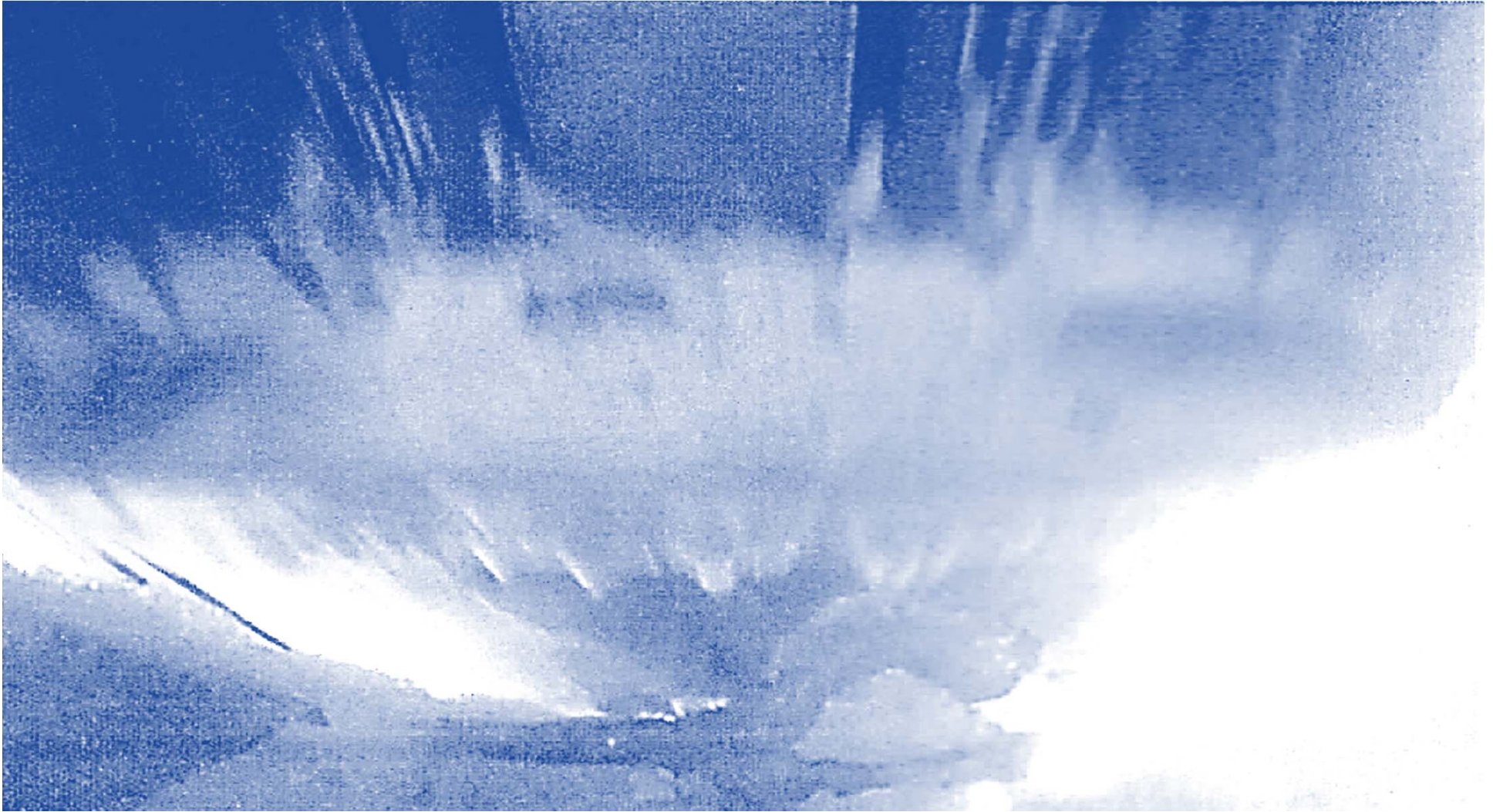
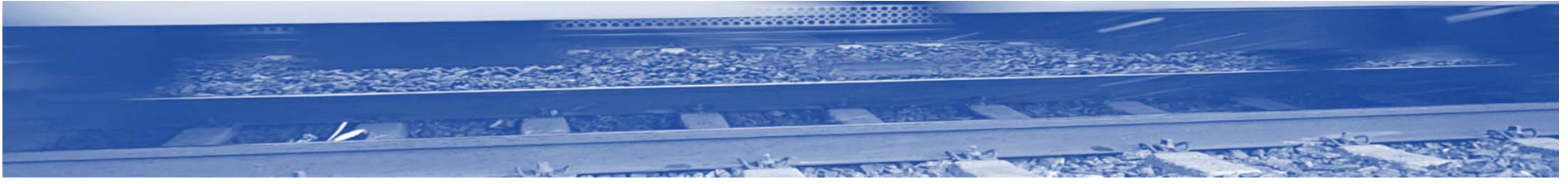
Ederbauer



Messstelle Ederbauer









## Messstelle Loosdorf



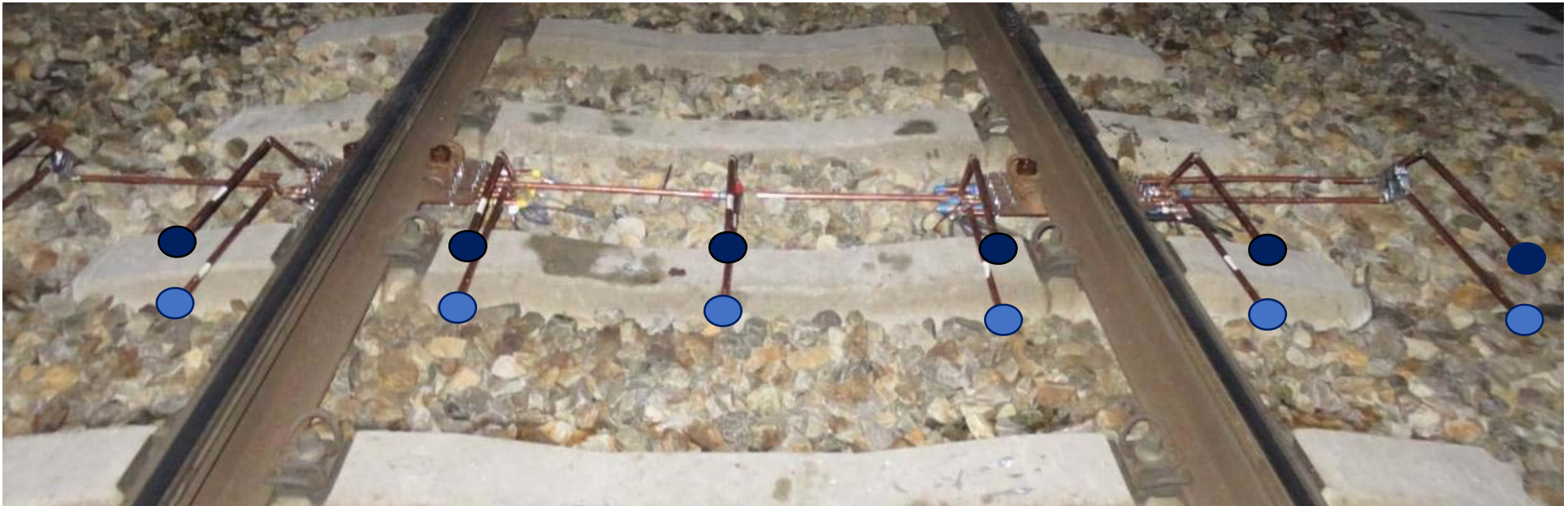




## Messstellen Stierschweiffeldtunnel – Böheimkirchen – $V = 230 \text{ km/h}$

Staudruck auf Schotterkörner

Pitot Rohr - Prandtl





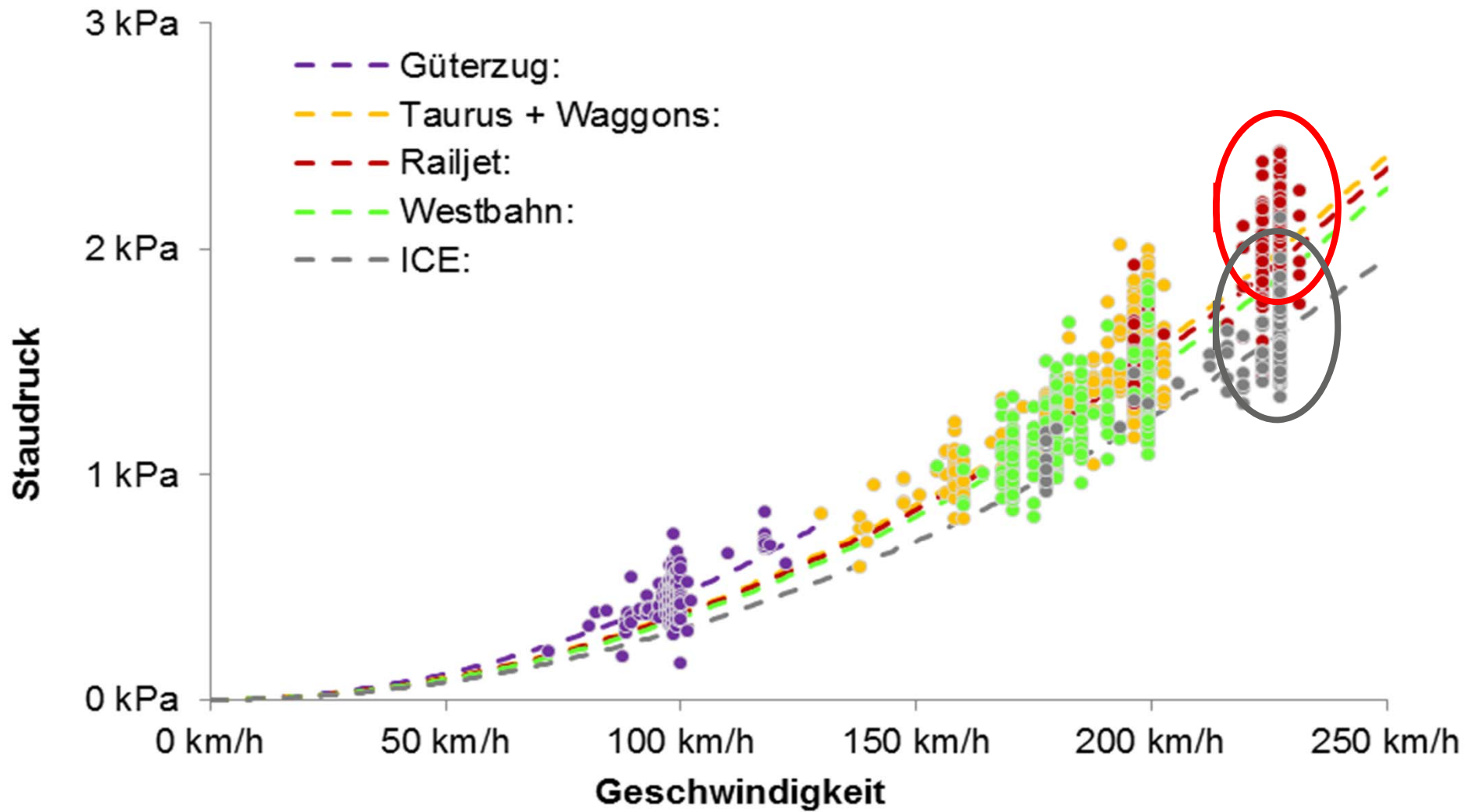
# Messstellen

Staudruck

Pitot Rohr - Prandtl

Berechnete Geschwindigkeit v [km/h] (Geglättet)	ICE	140	118	178	183	165	128	140	218km/h	mittlere Geschwindigkeit Zug [km/h]
		127	112	140	167	134	93	121		
	Westbahn	127	134	165	166	151	139	118	184km/h	
		115	111	131	145	119	98	104		
	Taurus + Waggon	148	129	159	177	156	136	142	191km/h	
		131	112	122	154	126	98	124		
	Railjet	159	148	202	206	193	156	152	224km/h	
		142	127	153	186	154	115	133		
	Güterzug	87	77	92	100	90	83	83	98km/h	
		79	68	71	88	74	59	74		







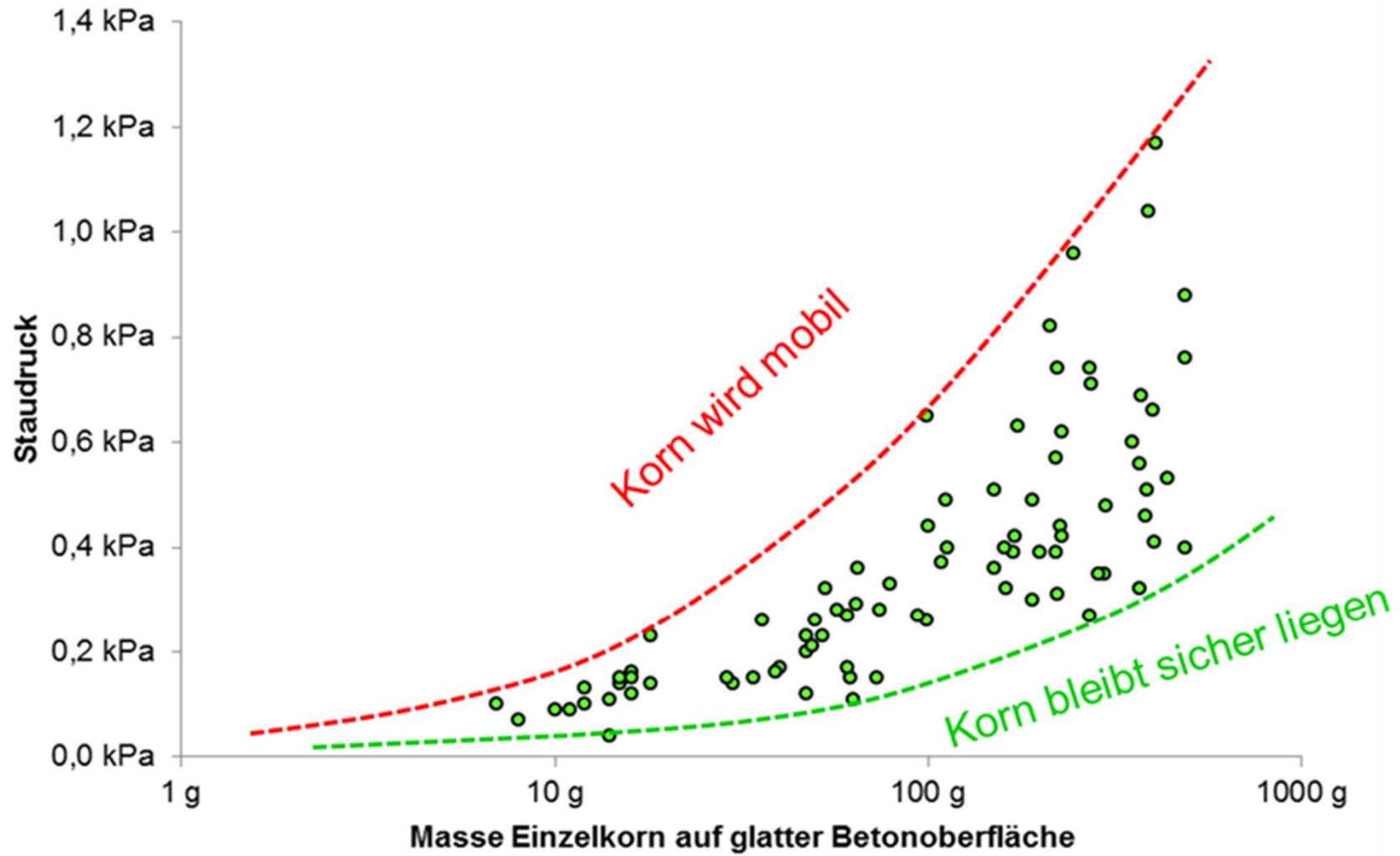
# Messstellen

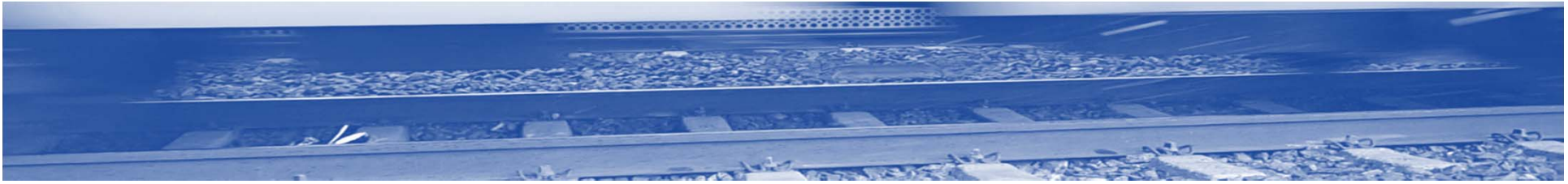
Mobilisierung der Schotterkörner

Wann werden Körner mobil ?

## VERSUCHE

- Ermittlung des Grenzstaudruckes → Schotterkörner werden mobilisiert
- Initialzündung auf einzelne Körner → Auswirkungen
- Haft- und Gleitreibungswinkel → Körner auf glattem Untergrund





# Meteorologiedaten

Wetter – Daten



Fahrplandaten

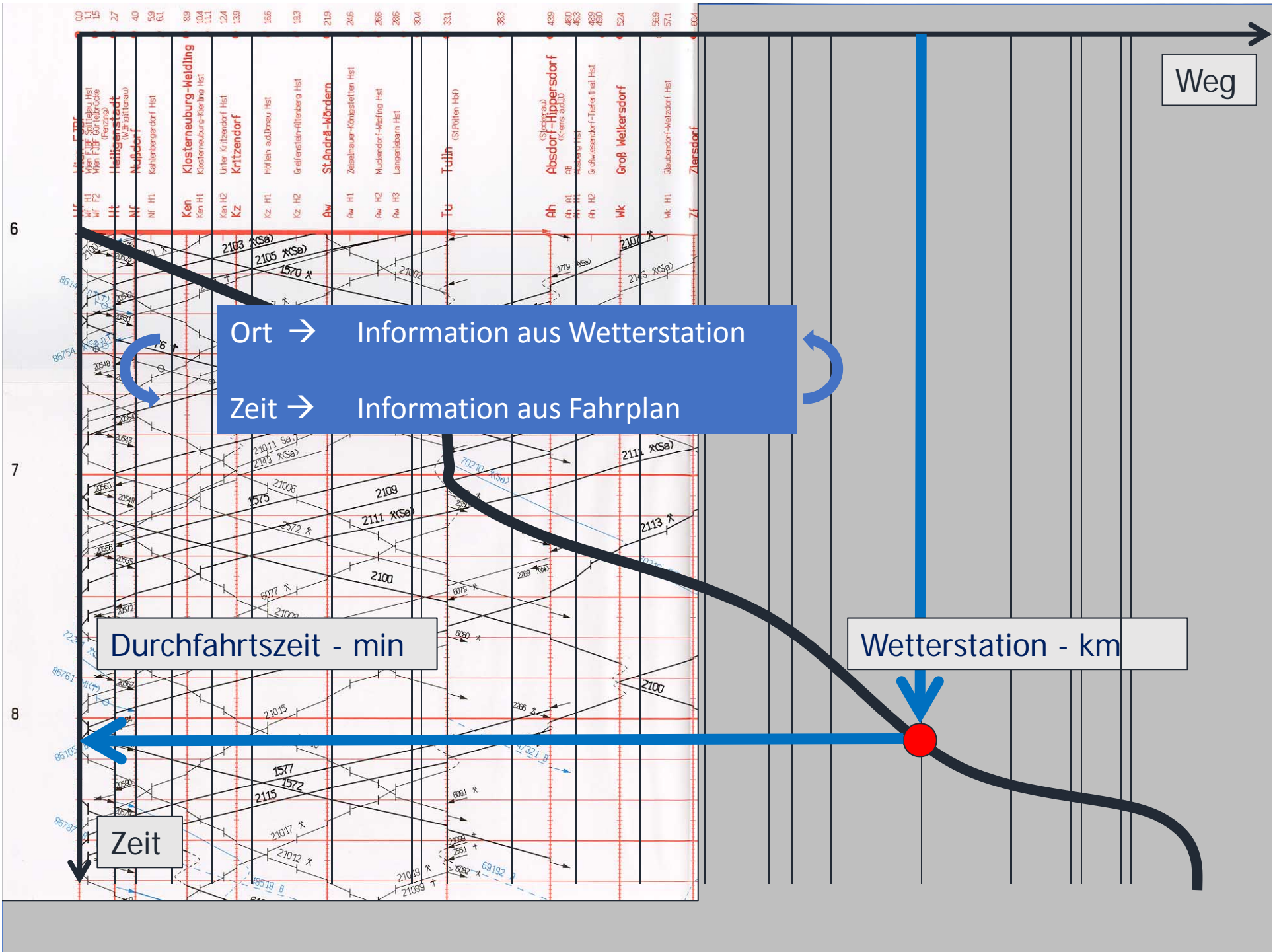
Fahrplandaten

Bildfahrplan

Wetterstationen entlang der Strecke

Zugnummer und km

Durchfahrtszeiten





time	TT	TD	TX	TN	RF	FF	FFX	DD	DDX	PP	PPO	SO	RAD	RR	RM
2014-10-23 08:00:00+00:00	6,9	6,9	7	6,9	100	7,6	14,3	302	306	943,9	1014	0	19	0,3	10
2014-10-23 08:10:00+00:00	6,9	6,9	7	6,9	100	6,3	12,1	310	313	944,1	1014,2	0	14	0,5	10
2014-10-23 08:20:00+00:00	6,9	6,9	6,9	6,9	100	6,5	13,7	305	313	944,2	1014,3	0	17	0,4	10
2014-10-23 08:30:00+00:00	6,9	6,9	7	6,9	100	6,9	12,3	314	289	944,6	1014,7	0	12	0,3	10
2014-10-23 08:40:00+00:00	6,9	6,9	6,9	6,9	100	5,1	7,2	334	353	944,7	1014,8	0	7	0,3	10
2014-10-23 08:50:00+00:00	6,9	6,9	6,9	6,9	100	4,8	10,5	331	357	945,1	1015,1	0	9	0,2	10
2014-10-23 09:00:00+00:00	6,9	6,9	6,9	6,9	100	4,6	7,6	328	313	945,1	1015,2	0	10	0,1	10
2014-10-23 09:10:00+00:00	6,9	6,9	6,9	6,9	100	5,3	10,1	311	311	945,1	1015,4	0	16	0,1	10
2014-10-23 09:20:00+00:00	6,9	6,9	6,9	6,9	100	6	11,8	304	322	945,4	1015,6	0	17	0,1	10
2014-10-23 09:30:00+00:00	6,8	6,8	6,9	6,8	100	5,6	9,9	294	291	946,6	1015,8	0	21	0,2	10
2014-10-23 09:40:00+00:00	6,8	6,8	6,8	6,7	100	4,8	9	294	321	945,9	1016,1	0	23	0,4	10
2014-10-23 09:50:00+00:00	6,7	6,7	6,7	6,7	100	5	8,2	290	297	946	1016,3	0	22	0,6	10
2014-10-23 10:00:00+00:00	6,7	6,7	6,7	6,7	100	5,4	9,7	294	287	946,1	1016,4	0	23	0,5	10
2014-10-23 10:10:00+00:00	6,7	6,7	6,7	6,7	100	5,3	8,3	291	277	946,1	1016,4	0	17	0,4	10
2014-10-23 10:20:00+00:00	6,7	6,7	6,7	6,7	100	5,3	9,2	292	277	946,1	1016,5	0	17	0,4	10
2014-10-23 10:30:00+00:00	6,7	6,7	6,7	6,7	100	5,7	11,6	280	294	946,2	1016,5	0	18	0,1	10
2014-10-23 10:40:00+00:00	6,6	6,6	6,7	6,6	100	5,6	10,3	277	251	945,2	1016,5	0	16	0,3	10
2014-10-23 10:50:00+00:00	6,6	6,6	6,7	6,6	100	6	10	279	282	946,1	1016,4	0	15	0,2	10
2014-10-23 11:00:00+00:00	6,6	6,6	6,6	6,6	100	6,4	10,6	279	278	946,2	1016,5	0	16	0,2	10
2014-10-23 11:10:00+00:00	6,6	6,6	6,7	6,6	100	6	10,6	277	269	946,2	1016,5	0	10	0,3	10
2014-10-23 11:20:00+00:00	6,5	6,5	6,5	6,5	100	5,2	8	271	273	946,3	1016,6	0	10	0,3	10

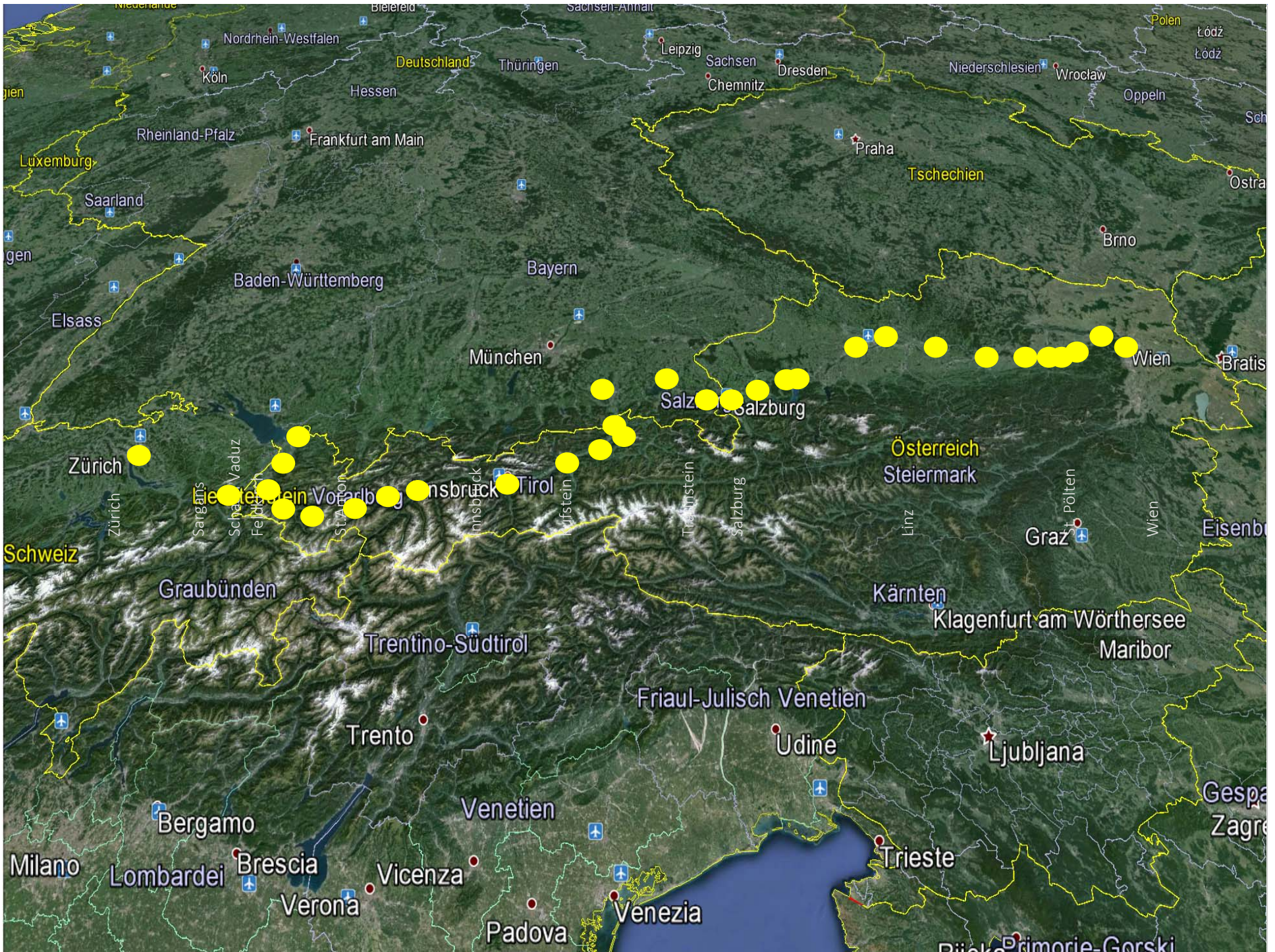
WO

31 Orte

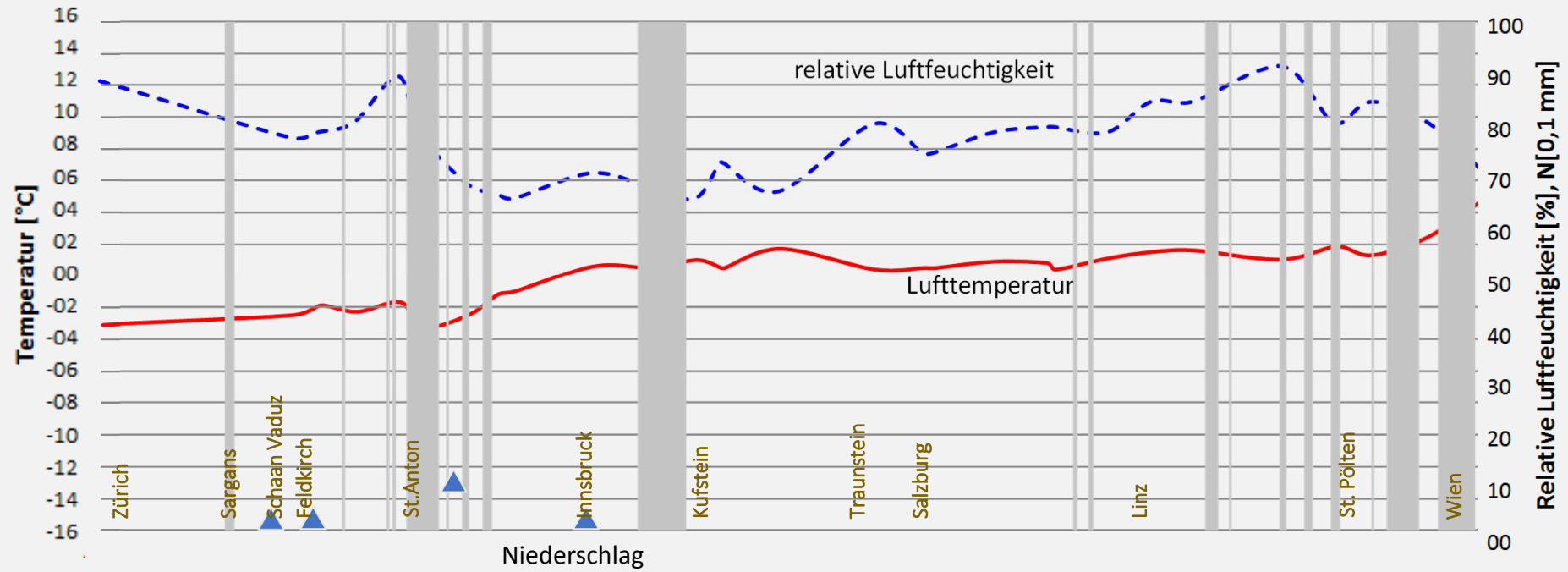
WANN

WAS

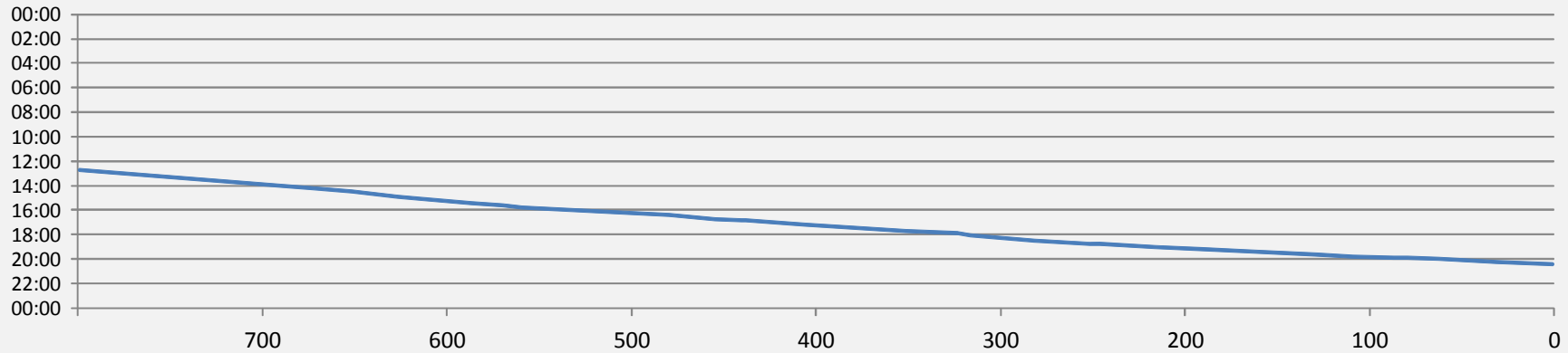
Beispiel:  
 Amstetten  
 23.10.2014 - 10:30  
 Temperatur  
 Luftfeuchtigkeit  
 Niederschlag



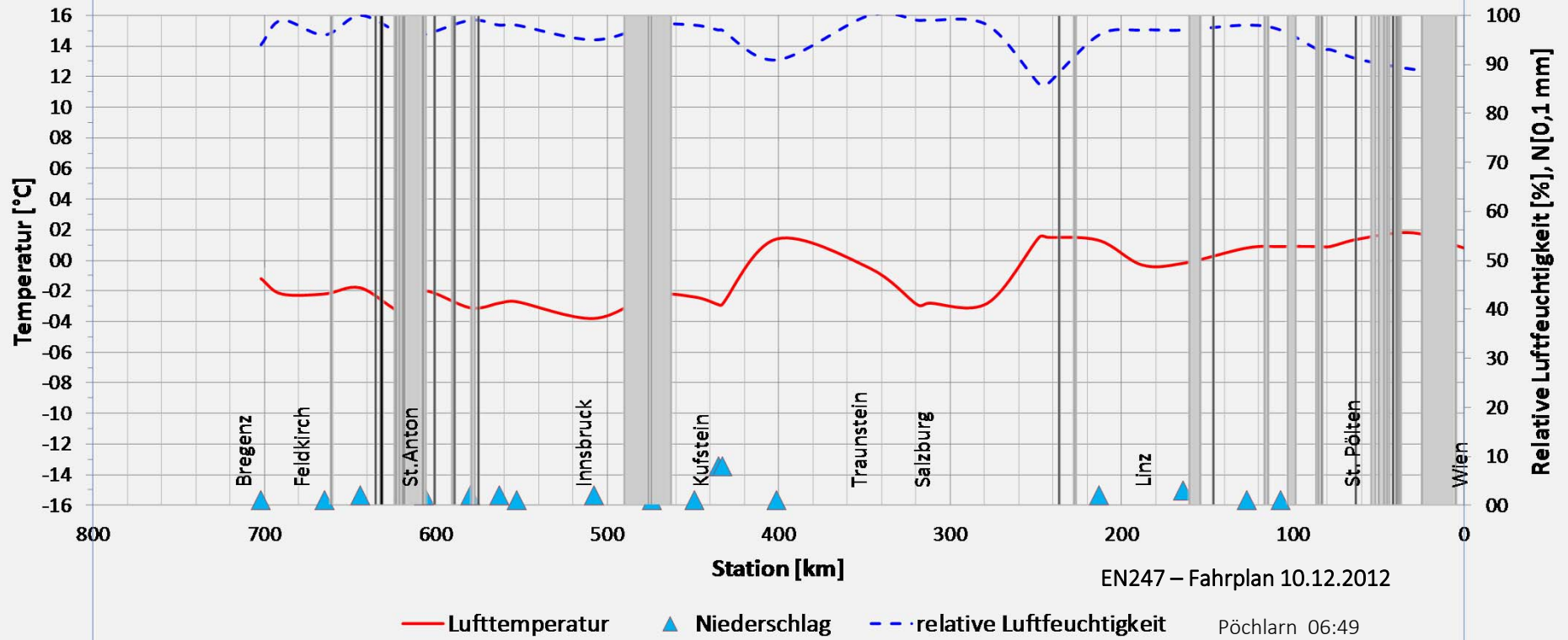
# Beispiel: Zürich - Wien



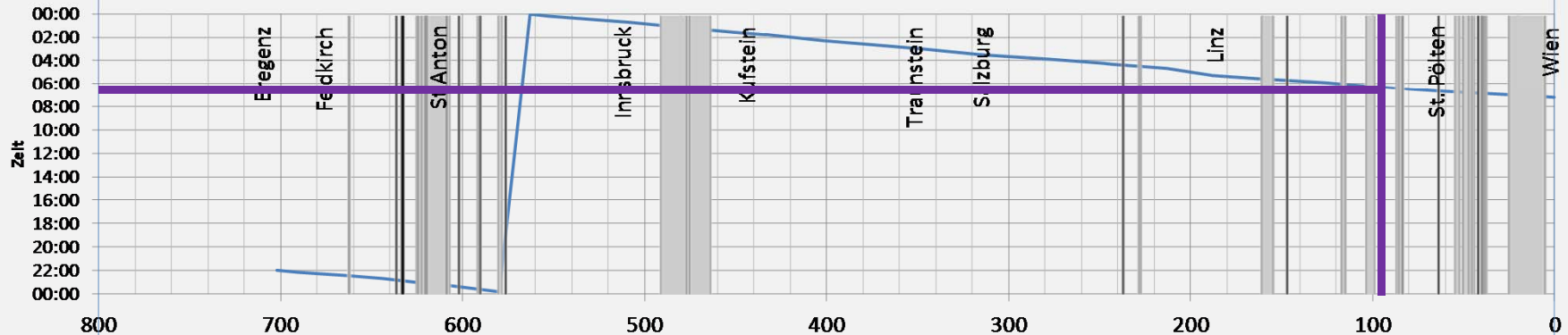
## Zeit - Wegelinie 167



# 2012-12-09 EN247



## Zeit - Wegelinie EN247





# RWRS Programm



## Nachbildung des Wetterverlaufes

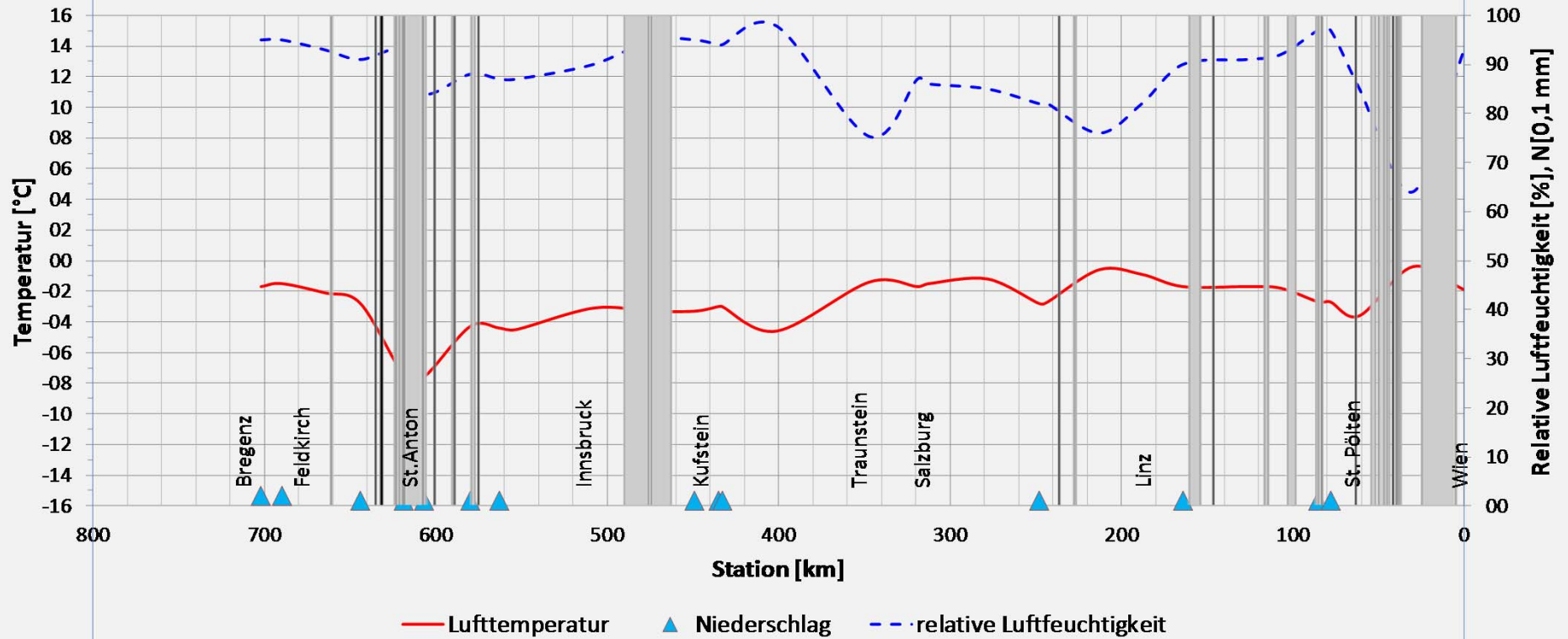
- einer Zugfahrt
- mehrerer Zugfahrten
- stündlicher Zugfahrten
  - über einen ganzen Monat
  - 24 h / Tag
  - 31 Tage
  - 744 .ppt – Folien

Start: 1.1.2016 bis 31.1.2016

The screenshot shows the RWRS software interface with the following elements:

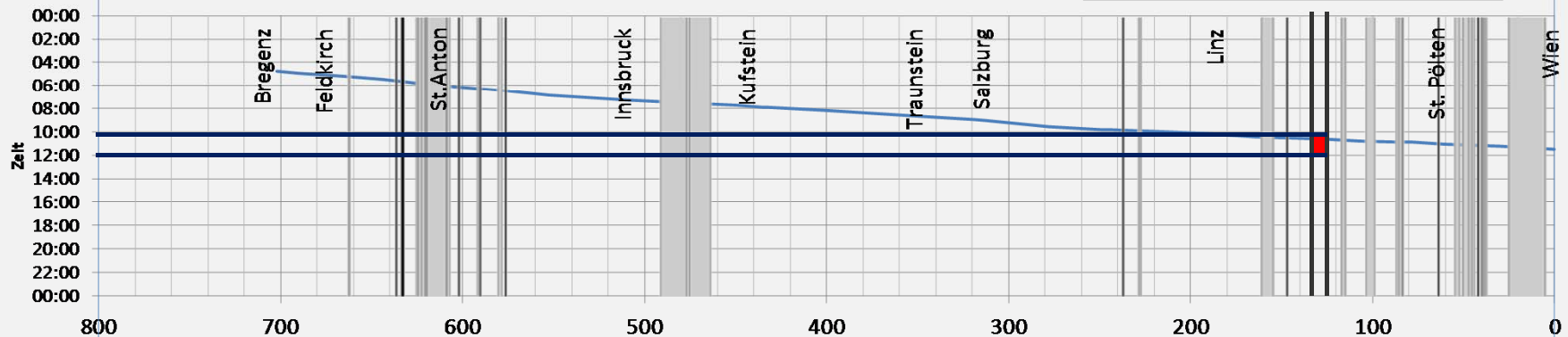
- Datum eingeben** (Date input) section:
  - Buttons for **Tag** (Day), **Monat** (Month), and **Jahr** (Year).
  - Input fields: Day (01), Month (01), Year (2016).
  - Dropdown menus for Day (31), Month (01), and Year (2016).
- Zug eingeben** (Train input) section:
  - Buttons for **Zug** (Train) and **Zug importieren aus Züge** (Import train from trains).
  - Input field: 7601.
- GO** and **END** buttons.
- FLYROCK171.xlsm** file name.
- Stunde** (Hour) and **Minute** (Minute) input fields: 00 and 00.
- Abfahrtsbahnhof** (Departure station) dropdown: Bregenz.
- Ankunftsbahnhof** (Arrival station) dropdown: Wien.
- 24** dropdown menu.

# 2016-01-17 7605



## Zeit - Wegelinie 7605

Aschbach - Amstetten





# RWRS Programm



## Ausblick:

Online – Simulation des Wetterverlaufes

- während einer Zugfahrt → Verfügbarkeit der Wetterdaten

Simulation von Zugfahrten aufgrund von Wetterprognosen

- vor einer Zugfahrt



## Partner – Meteorologie

Algorithmus entwickeln, der die Ereigniswahrscheinlichkeit beschreibt

Entwicklung von Maßnahmenmarkern

- Eingriffsschwellen z.B. Geschwindigkeitsreduktion
- 
- 
-





Danke fürs Zuhören