



# Free Cooling

## Best Practice

5. Energieforum

Dienstag, 30. Januar 2018

François Farine

# Free Cooling

- Einführung
- Definition
- Grundkonzept
- Praxis und Erfahrungen

# Einführung

- Free Cooling ist eine Kühlungsmethode für einen Technikraum, in dem sich eine mehr oder weniger hochwertige Wärmequelle befindet (von 1 kW bis zu mehreren Tausend kW Leistung).
- Bei den TPF wird Free Cooling für Technikräume, insbesondere zur Kühlung von Stellwerken eingesetzt.
- Free Cooling kann auch für Wohnräume eingesetzt werden (Büros und Wohnungen).

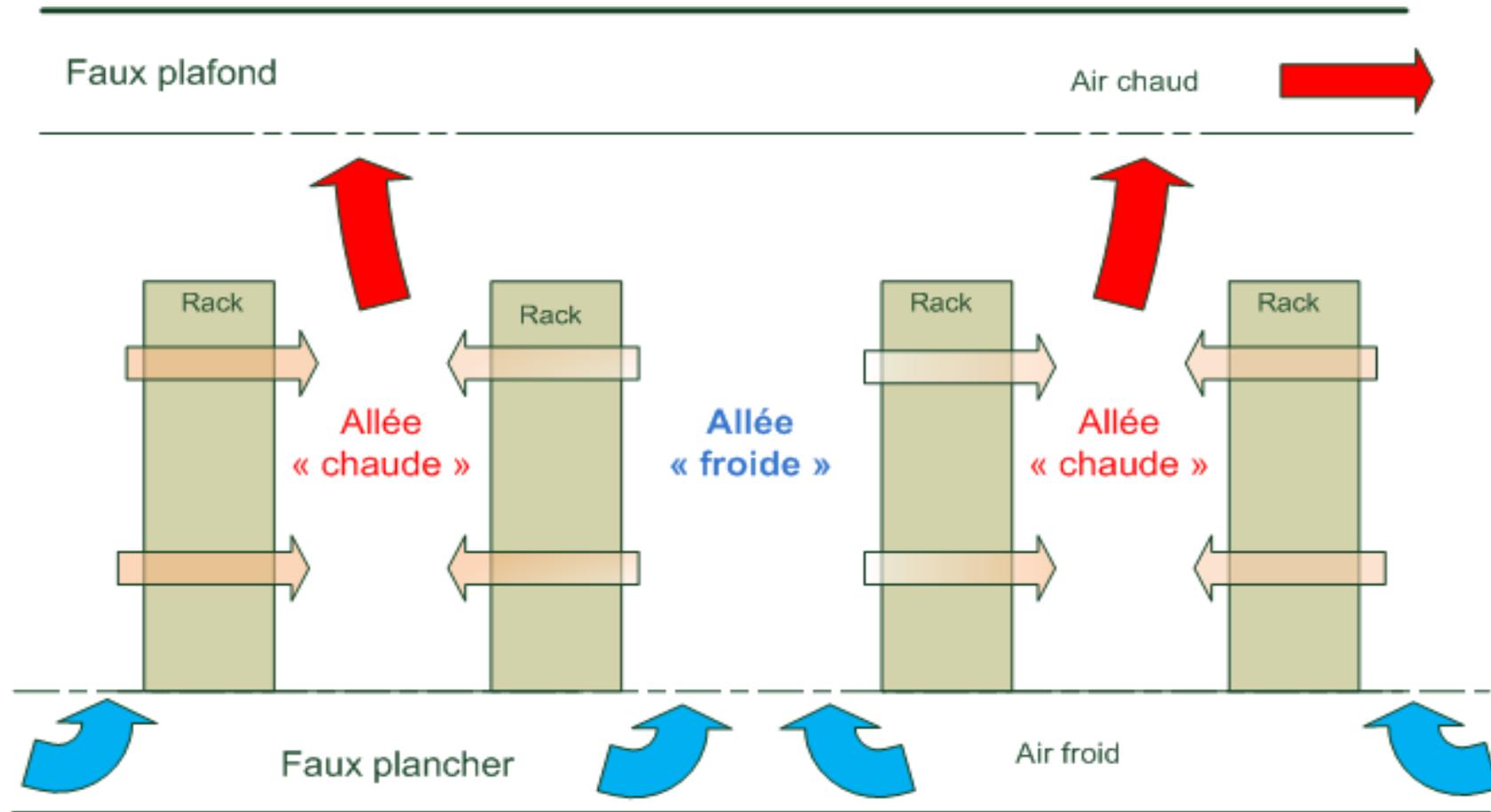
# Definition Free Cooling

- Wörtliche Übersetzung: freie Kühlung

# Grundkonzept

- Free Cooling ist ein einfaches und ökonomisches Konzept, mit welchem ein elektronisches System durch Stosslüftung oder mechanische Lüftung gekühlt wird, indem die frei verfügbare Energie der Aussenluft verwendet wird.

# Prinzip Kaltgang



Die Luftströme an der Vorderseite der Maschine werden von jenen an der Hinterseite getrennt.

# Rechenzentrum des CERN / Genf



# Rechenzentrum des CERN / Genf



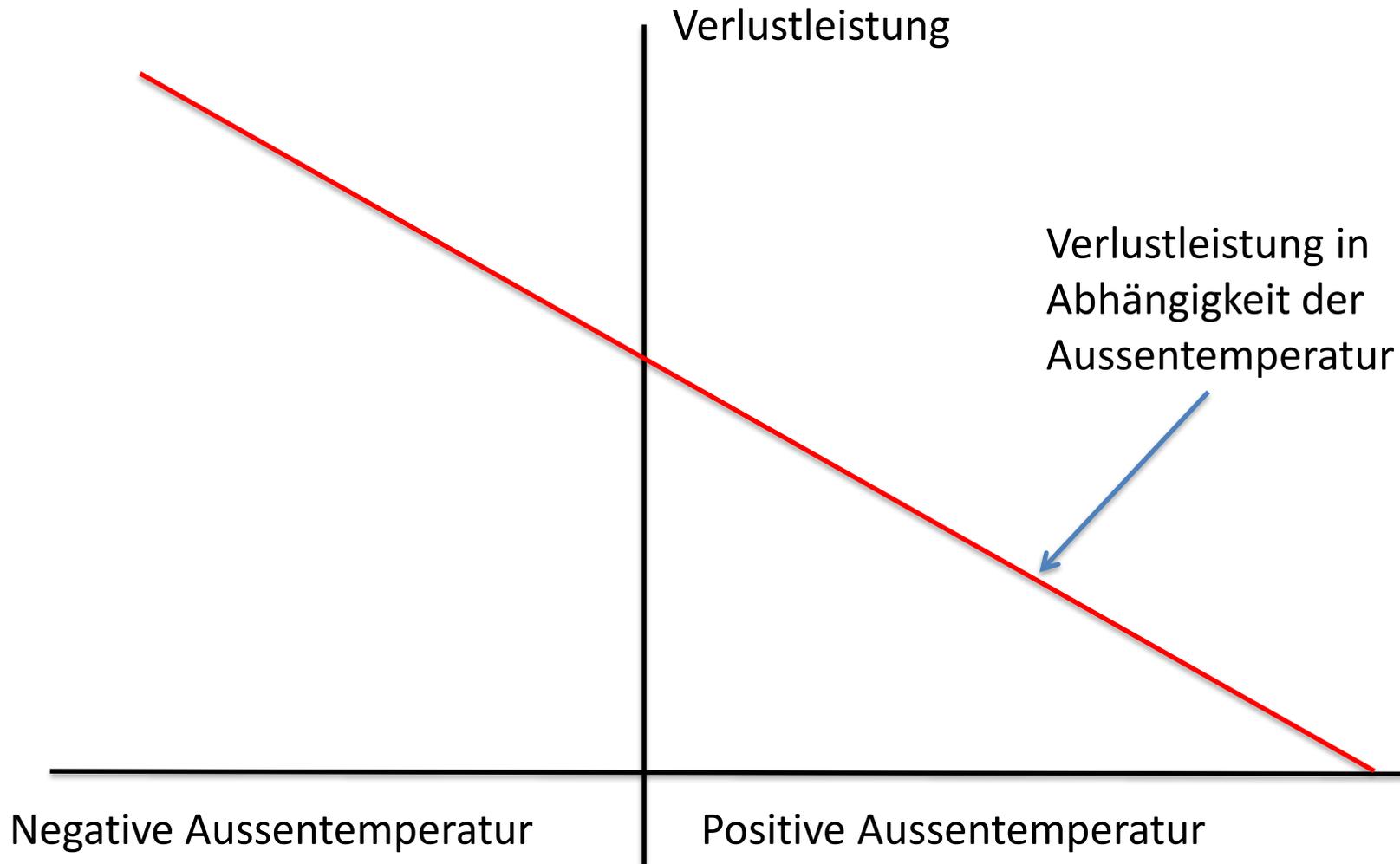
# Voraussetzungen

- Das abzukühlende System muss hohe Temperaturen aushalten.
  - Beispiel: Die von den TPF genutzten Stellwerke halten eine konstante Betriebstemperatur von 40 Grad Celsius aus.

# Berechnungsbeispiele der Emissionsleistung entsprechend der Aussentemperatur bei einer konstanten Luftmenge

- Solltemperatur im Innenbereich: 27 °C
- Temperatur Aussenluft: 22 °C
- Konstante Luftmenge: 5000 m<sup>3</sup>/h
- Emissionsleistung =  $0,34 \times (27 - 22) \times 5000 = 8500 \text{ W}$
  
- Bei einer Aussentemperatur von -5 °C
- Emissionsleistung =  $0,34 \times (27 - (-5)) \times 5000 = 54'400 \text{ W}$

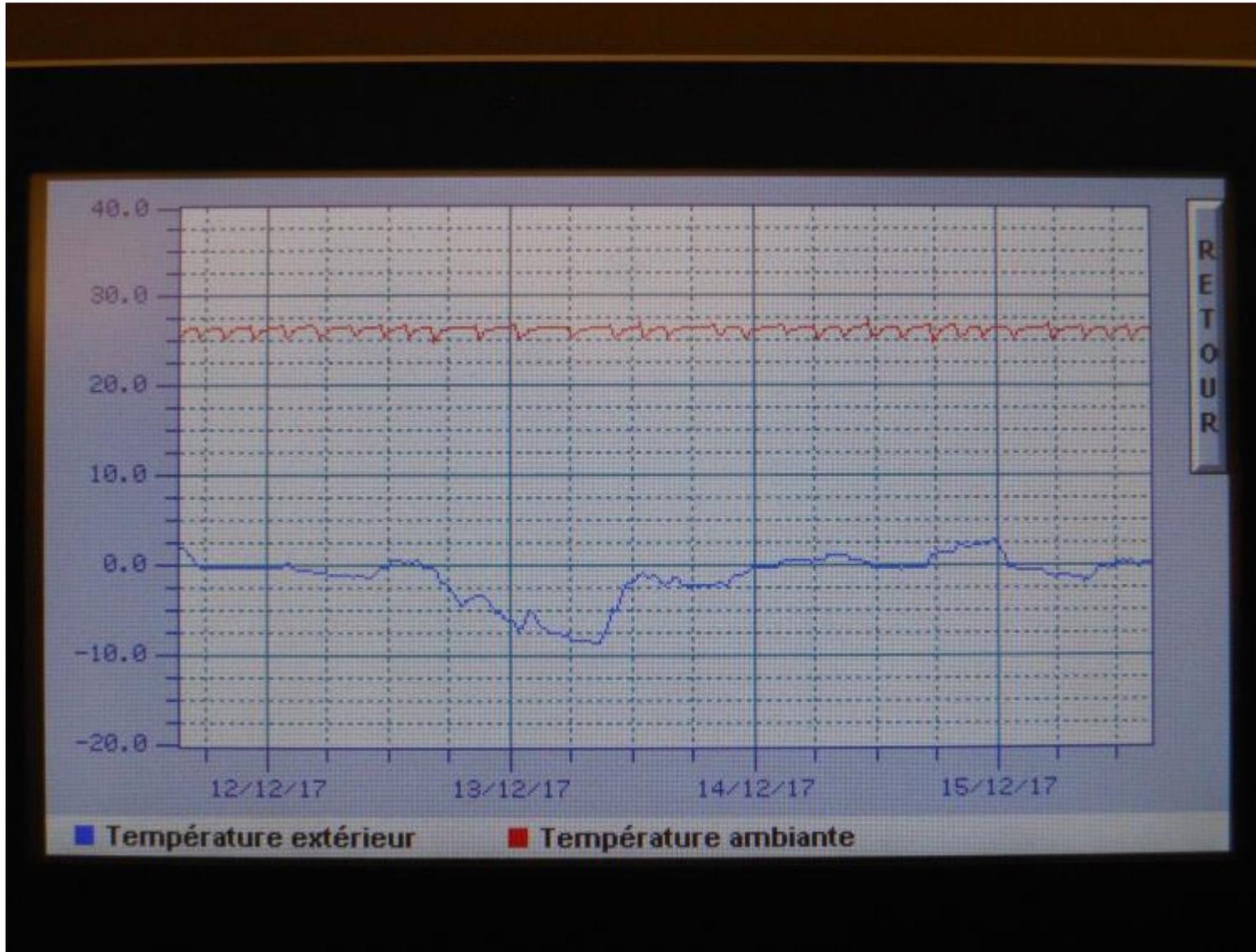
# Verlustleistung entsprechend der Aussentemperatur



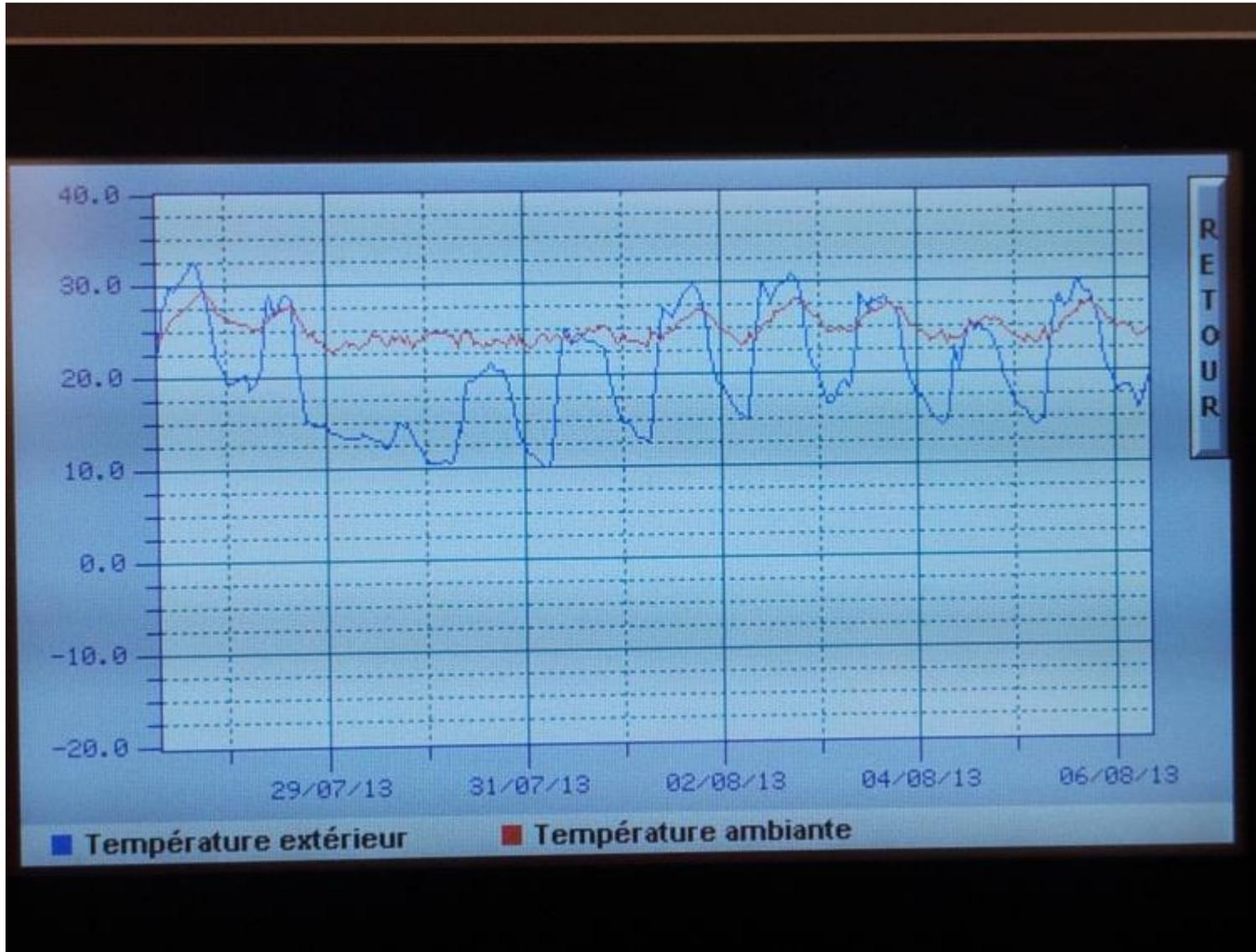
- Grundsätzlich ist die Emissionsleistung konstant. Deshalb wird empfohlen, die Luftmenge durch die Rotationsgeschwindigkeit des Ventilators mithilfe eines Frequenzumrichters zu verändern.
- Wird das gleiche Beispiel wie zuvor genommen, also eine konstante Verlustleistung von 8500 W und eine Aussenlufttemperatur von -5 °C, erhält man eine Luftmenge von 780 m<sup>3</sup>/h anstelle von 6000 m<sup>3</sup>/h => Stromeinsparung bei der Ventilation.

- Was geschieht, wenn sich die Aussentemperatur der Solltemperatur annähert?
- Und wenn die Aussentemperatur höher ist als die Solltemperatur?

# Messdaten Dezember 2017



# Messdaten August 2013



# Voraussetzungen (Fortsetzung)

- Bevorzugung eines Mauerwerkbaus mit Mauern, die über eine grosse Wärmeträgheit verfügen.
  - Beispiel: In eine Betonkonstruktion integrierter, nach Norden ausgerichteter Raum. Freistehendes Gebäude aus vorgefertigtem Beton, entlang der Gleise stehend.
- Die Wärmeträgheit des Raums muss so gross wie möglich sein.
  - Dies ist während der Sommermonate wichtig, wenn die Aussentemperatur 30 Grad übersteigt.

# Voraussetzungen (Fortsetzung)

- Sonneneinstrahlung beschränken. Die Ausrichtung des Technikraums und die Sonnenexposition müssen stimmen.
  - Beispiel: Aussendämmung des Raums und Ausrichtung nach Norden, wenn möglich im Schatten. Südlich ausgerichtete Flächen und Fenster auf ein Minimum beschränken (Gebäudeform, frontale Öffnung). Direkte seitliche Sonneneinstrahlung verhindern.

# Voraussetzungen (Fortsetzung)

- Keine Trennung der Luftmenge, somit kein Verlust aufgrund eines Luft-Luft-Wechslers.
  - Verwendung der Aussenluft zur Kühlung des elektronischen Systems. Diese Luft strömt durch die Module und die Speicherkarten des zu kühlenden Systems.
- Einwandfreie Filtrierung der Aussenluft.
  - Dies ist ganz besonders wichtig, da unbedingt vermieden werden muss, dass Staub und andere Verunreinigungen (Pollen, Eisenstaub und Bremsbelagmaterial) in den Raum, beziehungsweise die elektronischen Module und Karten gelangen und sich dort ablagern. Verwendete Filter: G4 + F7.

# Praxis und Erfahrungen

- **Stellwerk Sâles (2013)**

verwaltet die Bahnhöfe Sâles und Vuadens-Sud auf der Bahnstrecke Bulle-Romont, Greyerzbezirk / Kanton Freiburg

- **Stellwerk Belfaux-Village (2015)**

Verwaltet den Bahnhof Belfaux auf der Bahnstrecke Freiburg-Murten-Ins, Saanebezirk / Kanton Freiburg

# Teilansicht des Bahnhofs Sâles



# Ansicht des Technikraums des Bahnhofs Sâles



# Nordseite, Ansicht der Lufteintritte



# Südseite, Warmluftaustritt



# Öffnung im Zwischenboden und in der Betonbodenplatte



# Luftfilter (G4 + F7)



# Innenansicht Technikraum



# Detailansicht Absaugung der Warmluft



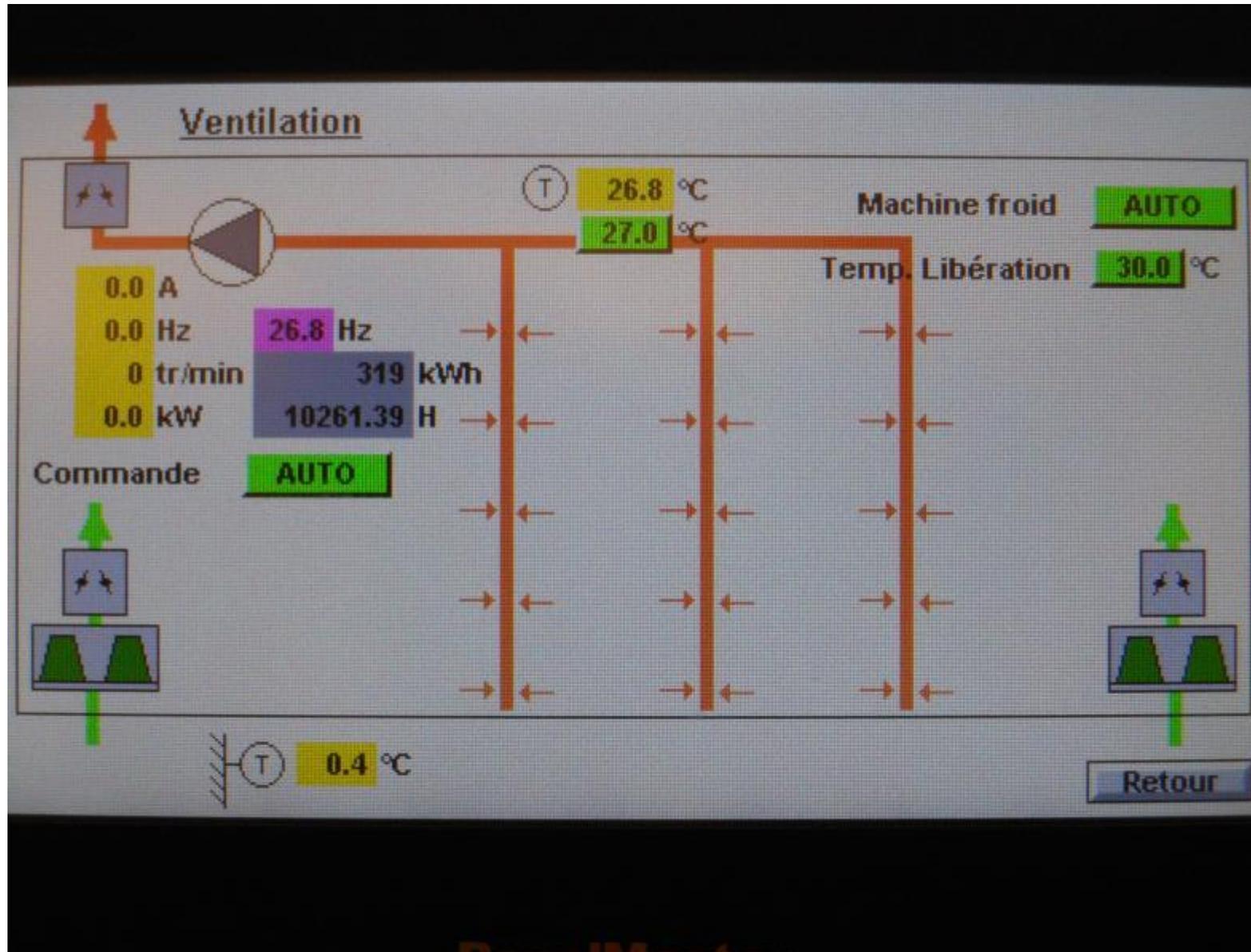
# Schaltkasten / Ventilator



# Schaltkasten / Frequenzumrichter



# Touch Screen und Anzeige



# Nutzlos gewordene Kältemaschinen



# Feuerlöscher mit Stickstoff-Löschmittel



# Bahnhof Belfaux



# Bahnhof Belfaux – Ansicht Technikraum



# Bahnhofunterführung



# Zum Technikraum führender Gang mit Erdregister-Funktion



# Zum Technikraum führender Gang mit Erdregister-Funktion



# Erdregister (auch Erdwärmekollektor oder Erdspeicher genannt)



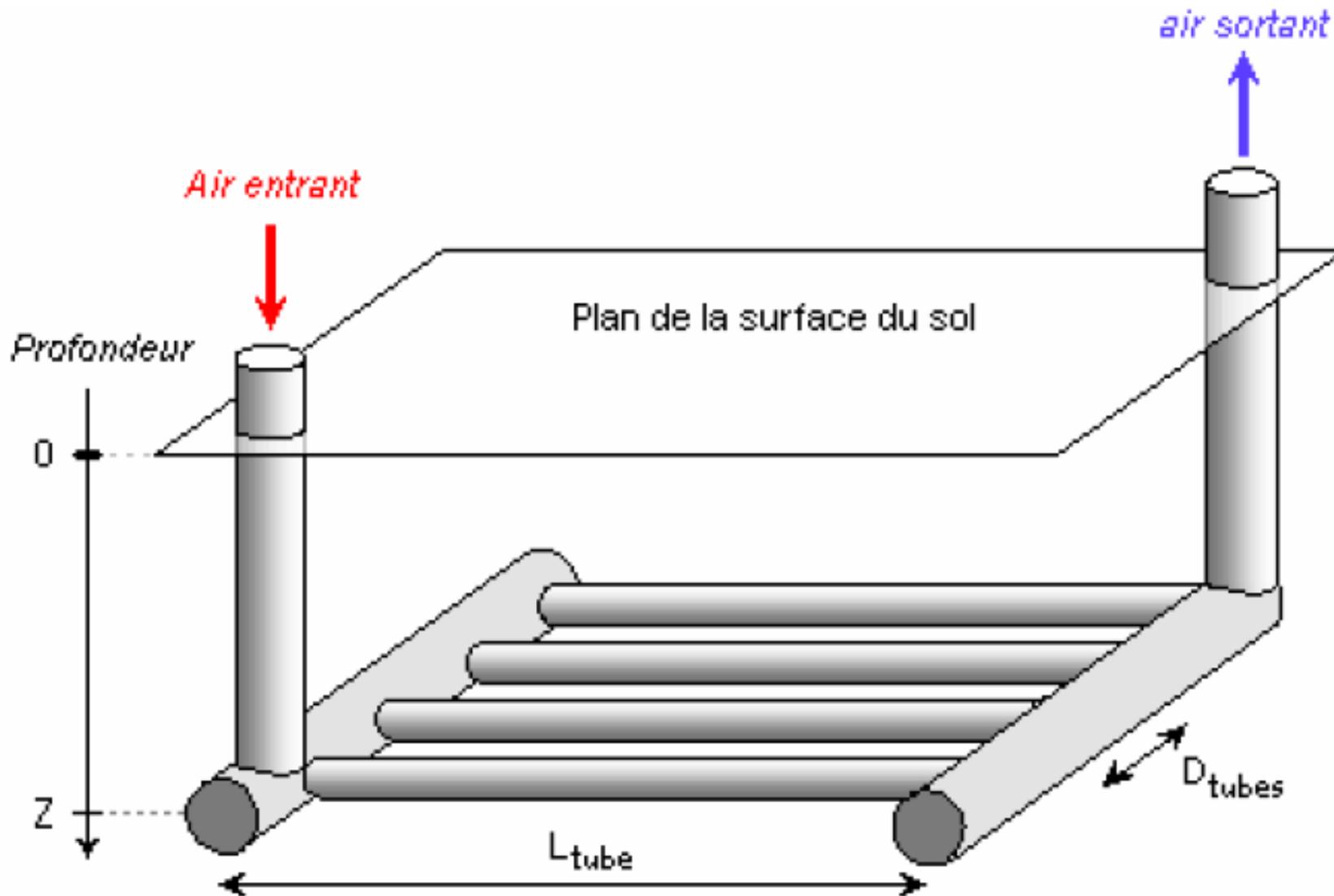
Zuluft-Durchlässe eines Erdregisters

Mit einem Erdregister kann die Luft im Sommer gekühlt und im Winter geheizt werden.

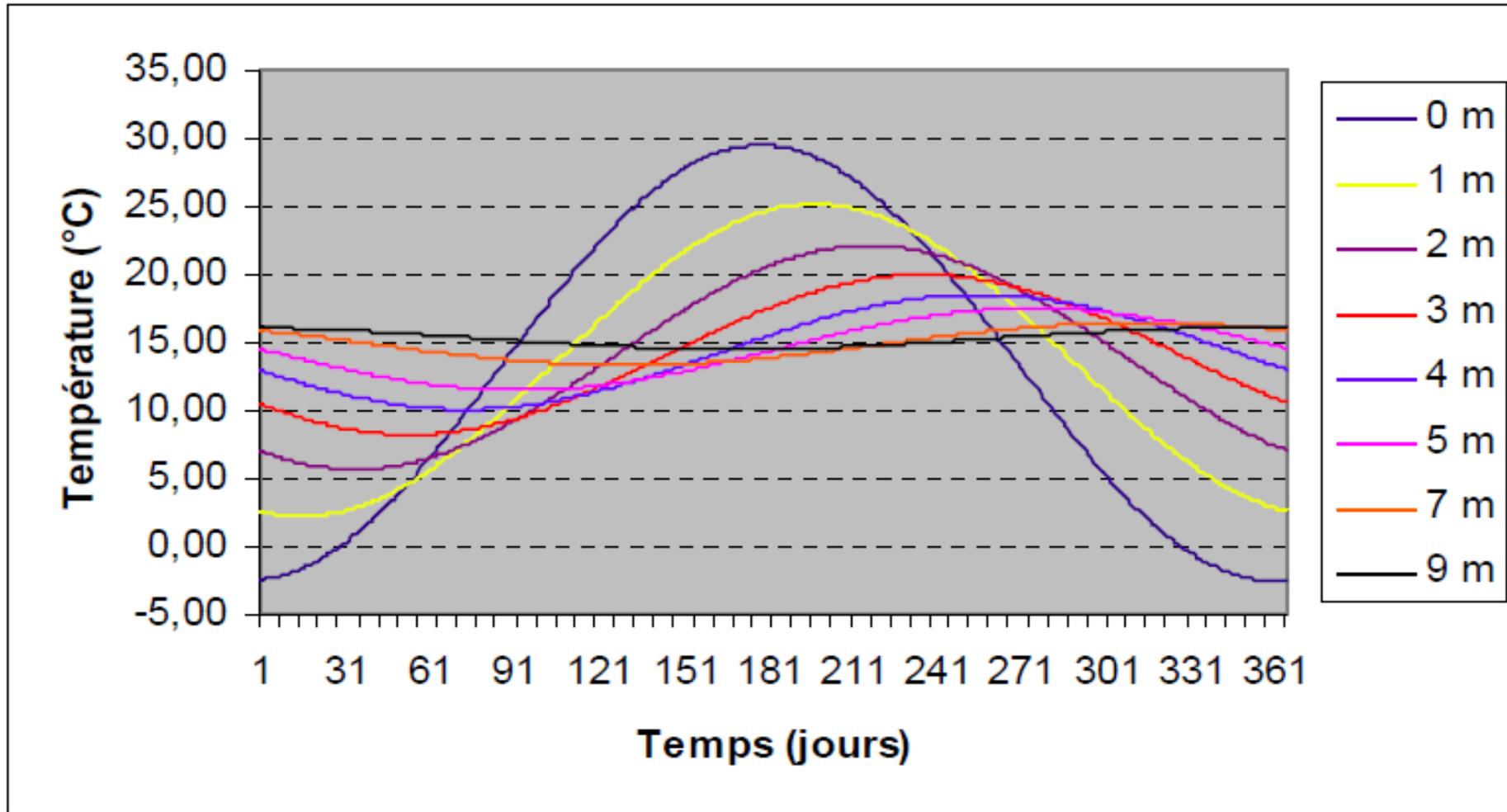
Die Winterfunktion hat für unsere Zwecke wenig Nutzen, wirkt sich aber auch nicht negativ aus.

Die Nutzung im Sommer ermöglicht es, eine unter 27 bis 28 Grad liegende Solltemperatur, zum Beispiel 22 Grad, zu erreichen. Die verwendete Luft wird zuerst «gekühlt», bevor sie gefiltert wird. Mit einem Erdregister können Tag-/Nacht-, bzw. Winter-/Sommer-Schwankungen ausgeglichen werden.

# Structure d'un sismographe



# Lufttemperaturschwankung im Innern des Erdregisters



Relative Amplitude der Temperaturschwankungen je nach Tiefe

# Stärken des Free Cooling

- Einfache Umsetzung und Strapazierfähigkeit der Installation.
- Wenig Unterhalt.
- Keine Kältemaschinen zur Absicherung nötig => Installation von Kältemaschinen unnötig.
- Dank Kühlung erhebliche Energieeinsparung möglich im Vergleich zu Freon-Kältemaschinen.
- Relativ geringe Störungsanfälligkeit im Vergleich zu klassischen Freon-Kältemaschinen.

# Schwächen des Free Cooling

- Im Sommer kann die Lufttemperatur im Innern des Raums an mehreren Tagen pro Jahr während 1 bis 2 Stunden 30 bis 32 Grad Celsius erreichen.
- Das abzukühlende System muss hohe Temperaturen aushalten können (mindestens 35 bis 40 Grad Celsius).

# Fragen?