

**MOTOR SUMMIT 2021**

**Switzerland**



BEQUEM VON ZUHAUSE AUS TEILNEHMEN!  
PARTICIPEZ CONFORTABLEMENT DEPUIS CHEZ VOUS!

Firma energieingenieur.ch GmbH, Fläsch

Enrico Feurer, Elektro- und Energieingenieur

„Effizienzsteigernde Massnahmen in der Praxis“

Kontakt:

[info@energieingenieur.ch](mailto:info@energieingenieur.ch)

+41 79 563 25 88



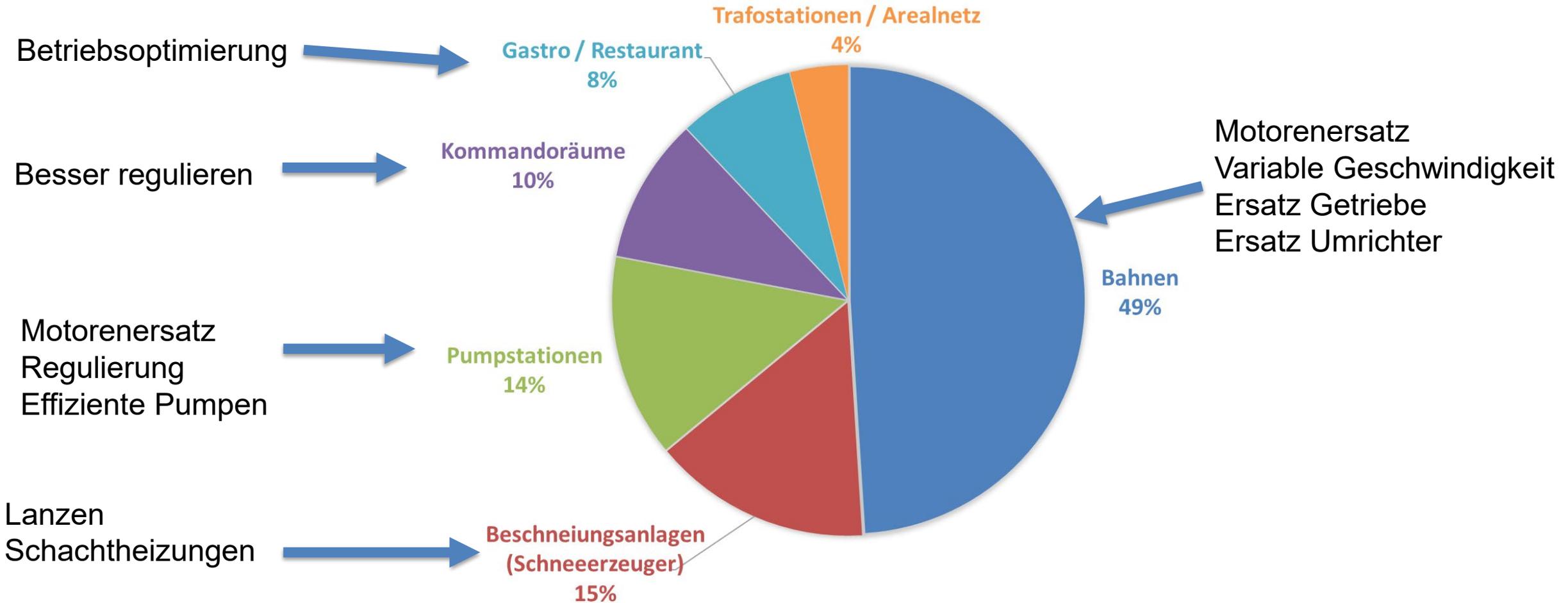
## Firma energieingenieur.ch GmbH

- Erarbeitung von Zielvereinbarungen
- Unabhängige Bauherrenberatung
- Erstellen von Energiekonzepten
- Messungen und Analysen von Antriebssystemen
- Förderprogramme
- Kunden: Über 42 Bergbahnen, RhB, Industrien

## Inhalt

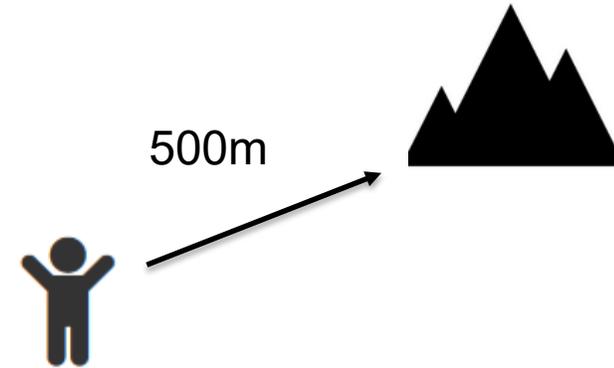
- Umlaufbahn: Verbrauch, Luftwiderstand und wie messe ich eigentlich den idealen Betriebspunkt?
- Beispiel 1: Sanierung Pumpstation Jatz Tal. Auswertung der Energieeinsparungen
- Beispiel 2: Turbinierung Jschalp
- Direktantrieb: Vor- und Nachteile

# Aufteilung Verbräuche und Massnahmen einer typischen Bergbahn



# Energieverbrauch einer Bahnanlage

➤ Hubleistung



➤ Luftwiderstand

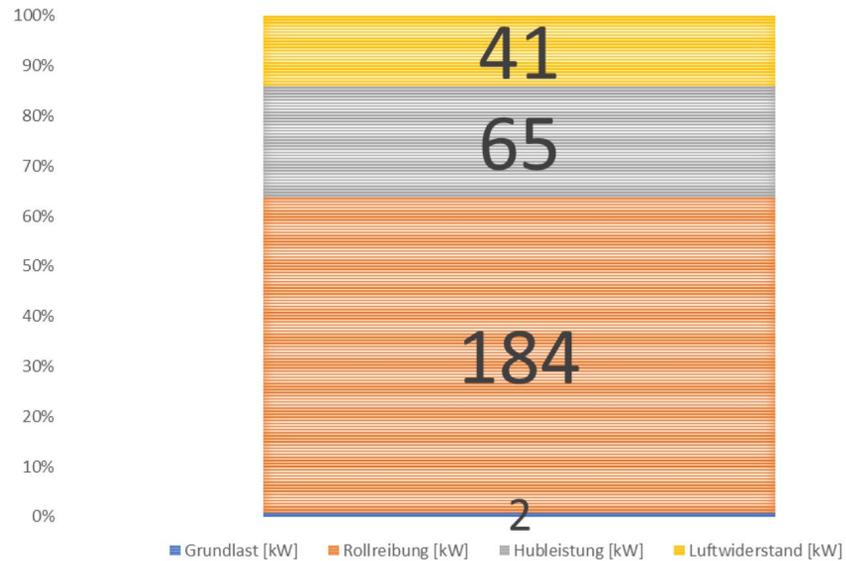


➤ Anlagenleistung

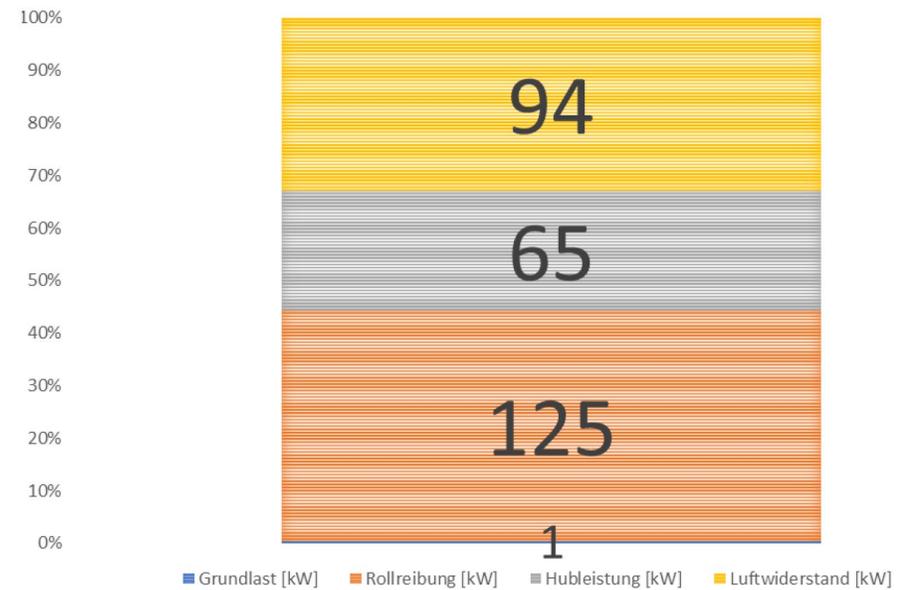


# Auswertung Bahn Zipper und Rapid

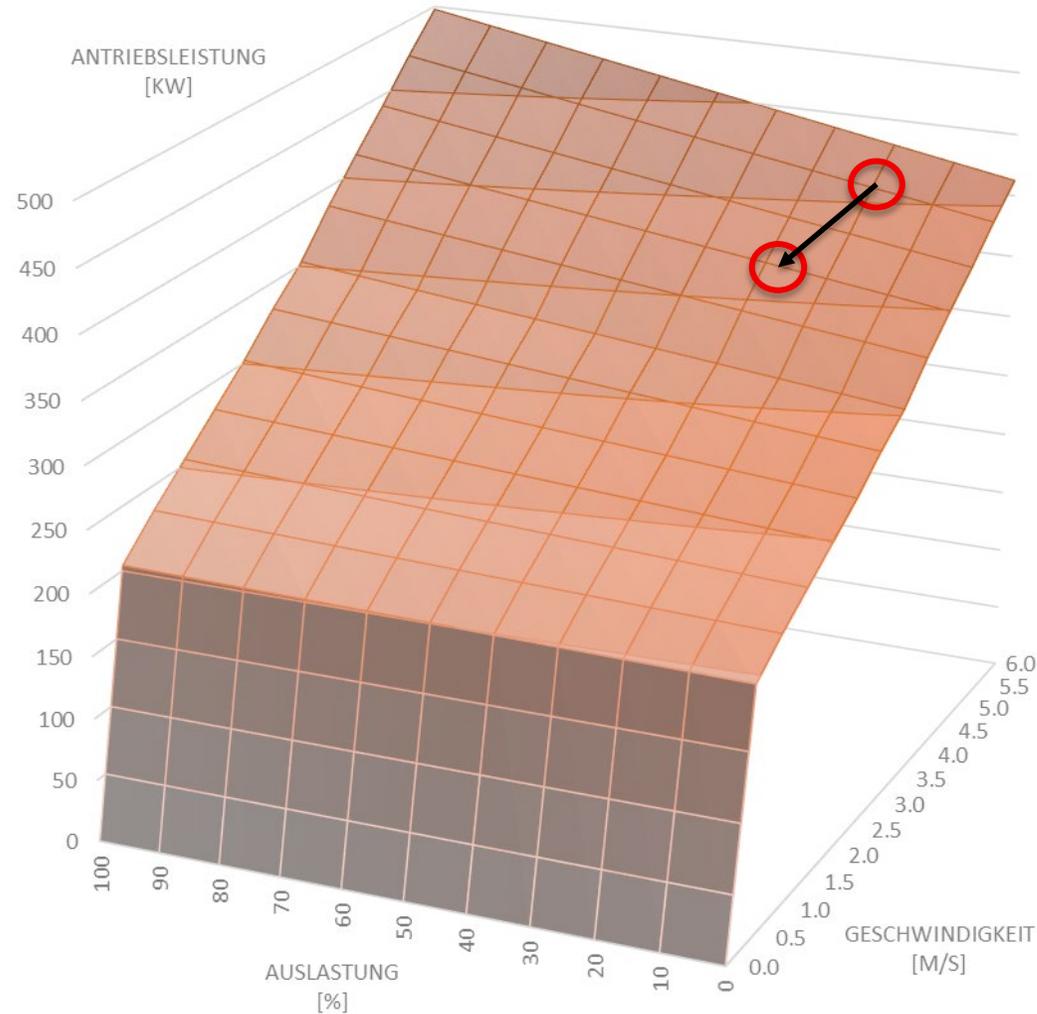
Zipper: 4.5 m/s mit Förderleistung 1'000 Personen / h



Rapid: 4.5 m/s mit Förderleistung 1'000 Personen / h



# Betriebspunkte Bahn Zipper



Betriebspunkt 1:

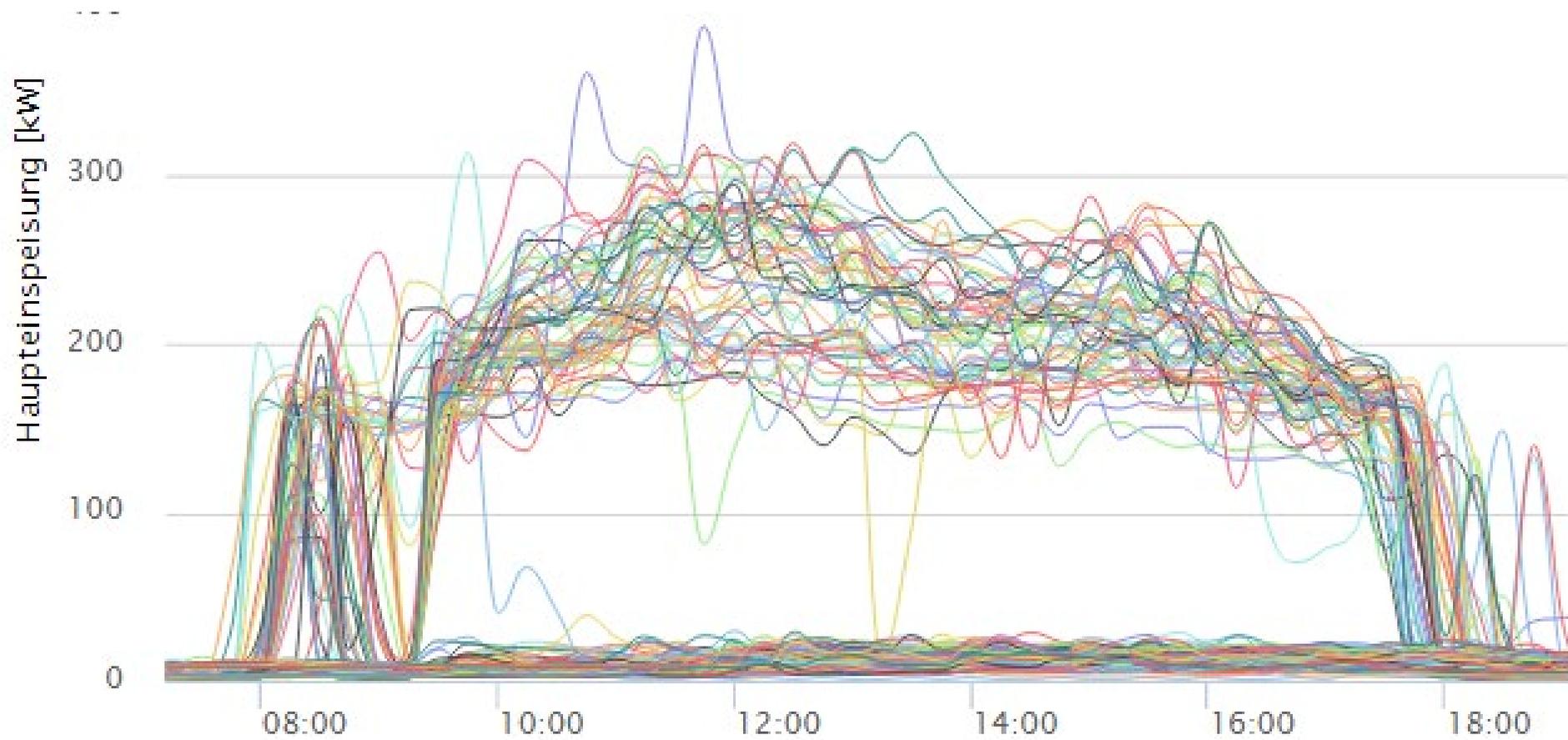
5.5 m/s, Auslastung 20% -> Motorenleistung 420 kW

Betriebspunkt 2:

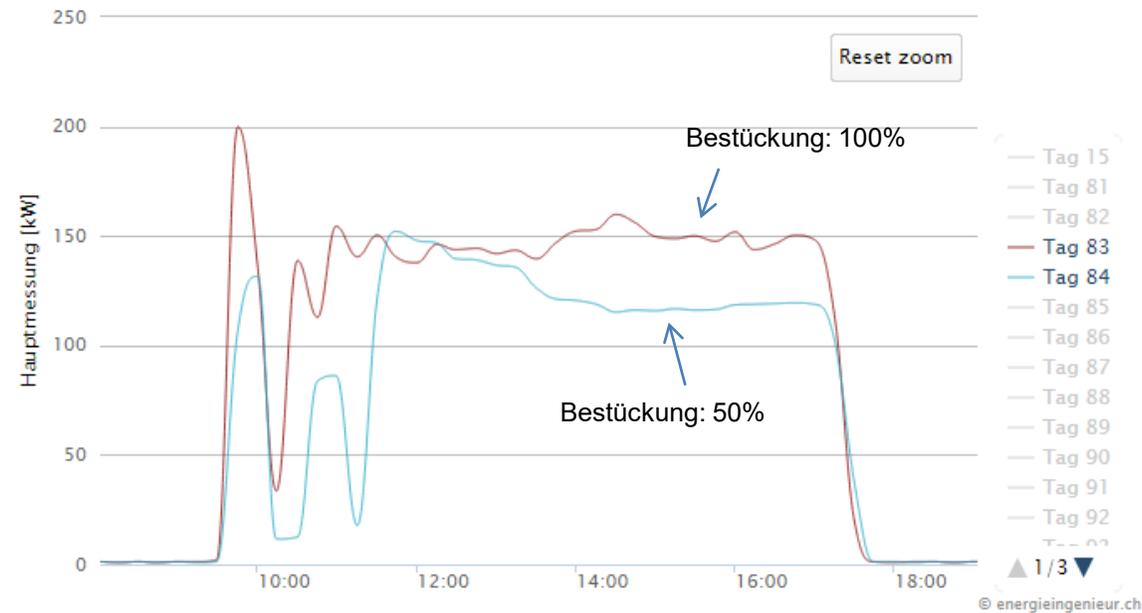
4.5 m/s, Auslastung 24% -> Motorenleistung 370 kW

Einsparung von ca. 50 kW, oder ca. 400 kWh / Tag

# Auswertung Lastgang



# Bestückung 50% vs. 100%

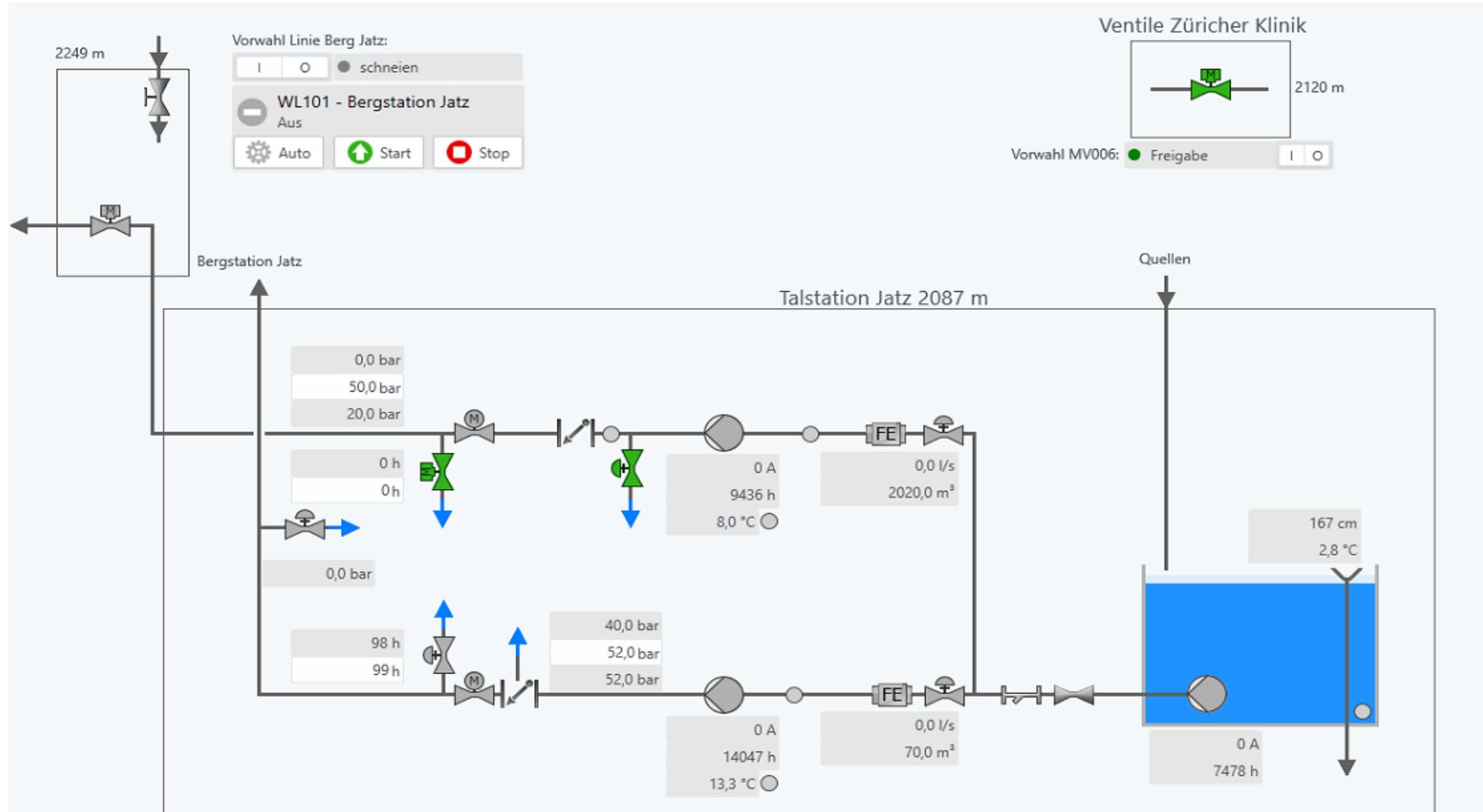


100% Bestückung: 4'510 kWh

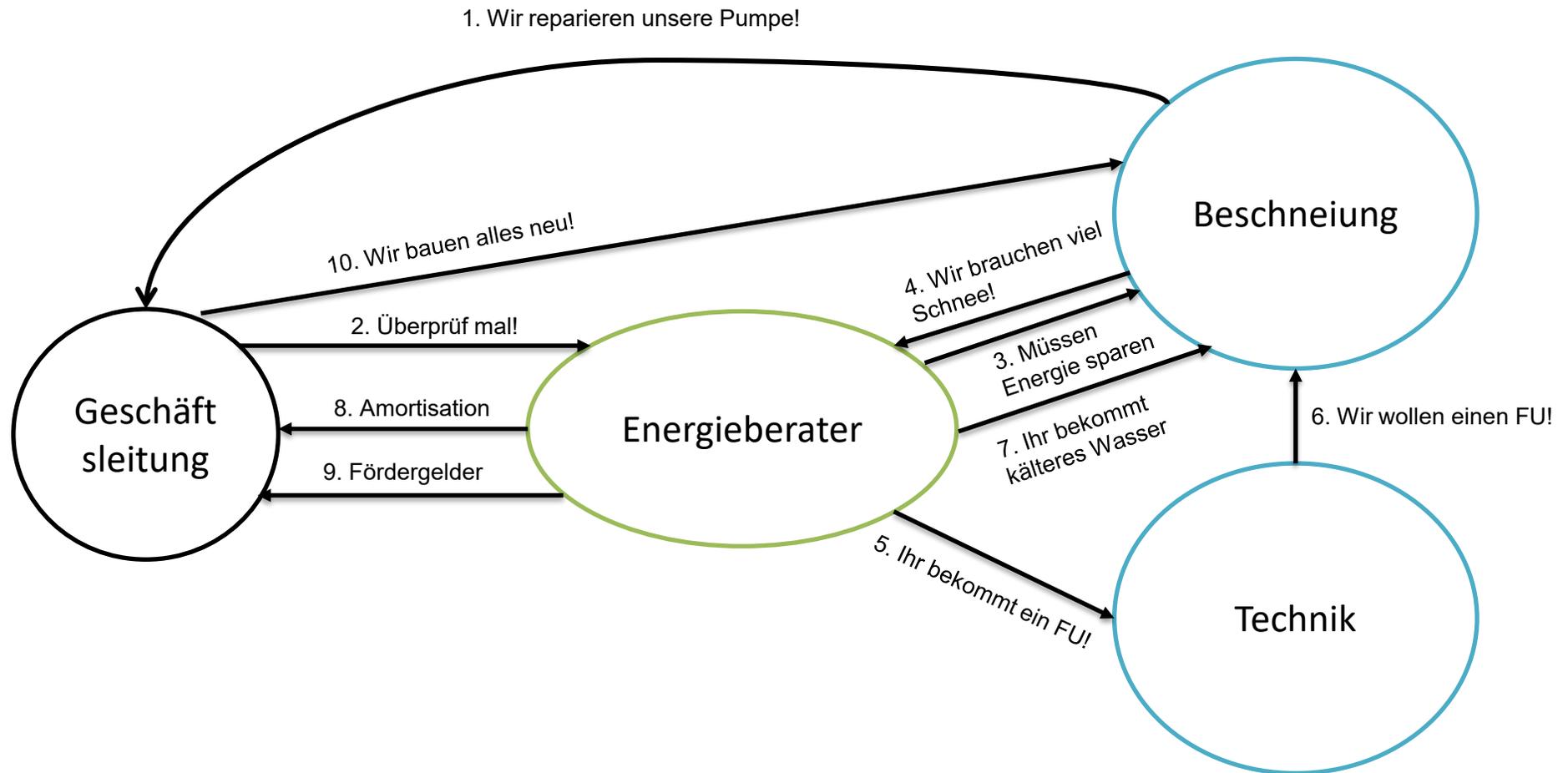
50% Bestückung: 3'555 kWh = 955 kWh (-18%)

Einsparung: 114 CHF/d

# Sanierung Pumpstation Jatz



# An- und Herausforderungen





# Energieeinsparung

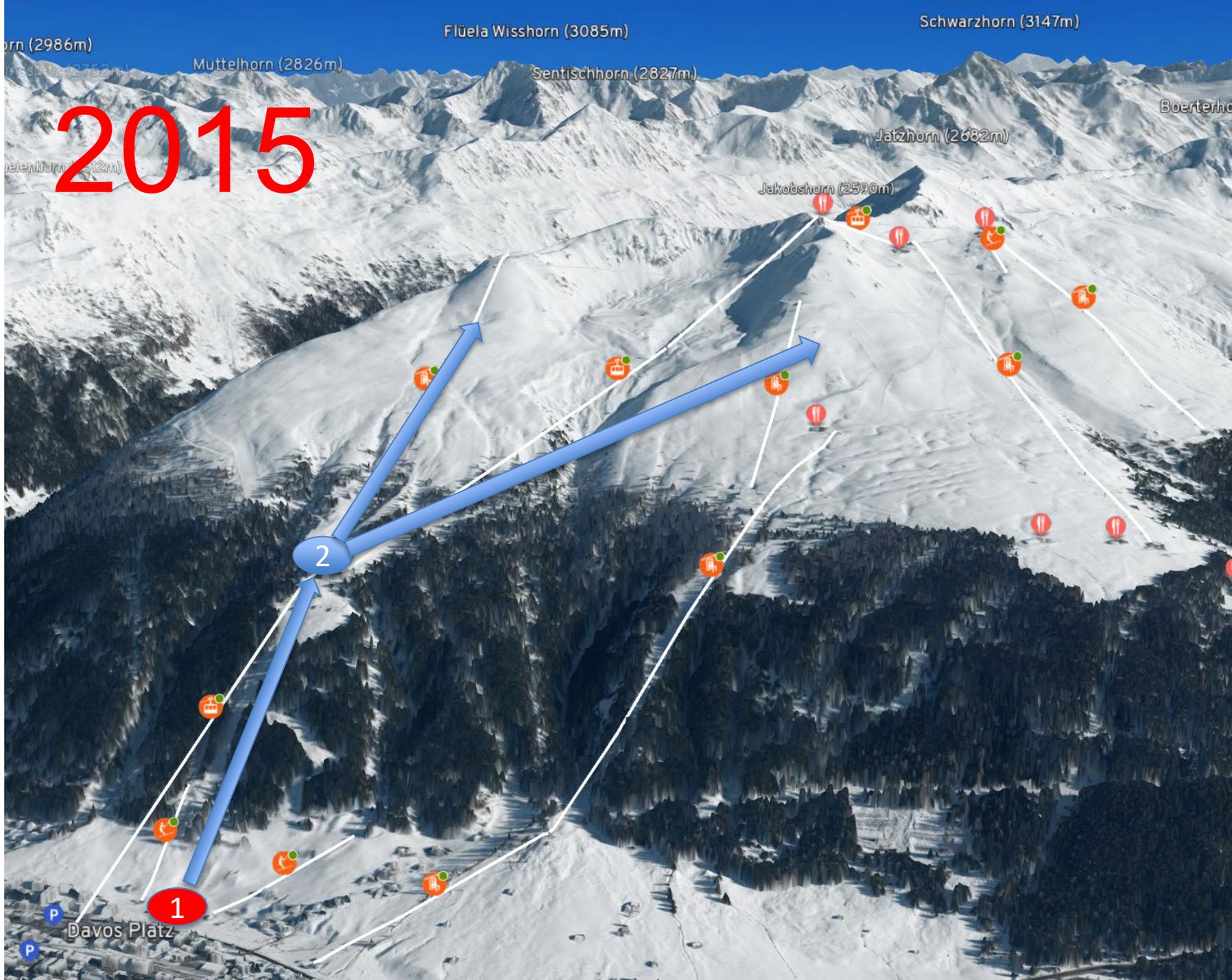
<b>Verbrauch Alt</b>		
Grosse Pumpe	403'410 kWh/a	
Kleine Pumpe	89'034 kWh/a	
Total	492'444 kWh/a	
<b>Verbrauch Neu</b>		
Grosse Pumpe	184'054 kWh/a	
Kleine Pumpe	40'833 kWh/a	
Total	224'887 kWh/a	
<b>Einsparung pro Jahr</b>		
Total	267'557 kWh/a	

\* 0.12 CHF/kWh  
 32'000 CHF/a

<b>Kosten</b>		
Lieferant	200'000	CHF
Eigenleistungen	25'000	CHF
Total	225'000	CHF

<b>Leistung alt</b>		
Grosse Pumpe	280 kW	
Kleine Pumpe	140 kW	
Total	420 kW	
<b>Leistung neu</b>		
Grosse Pumpe	230 kW	
Kleine Pumpe	110 kW	
Total	230 kW	
<b>Einsparung pro Jahr</b>		
Total	190 kW	

\* 80CHF/kW  
 15'000 CHF/a



orn (2986m)

Flüela Wisshorn (3085m)

Schwarzhorn (3147m)

Muttelhorn (2826m)

Sentischhorn (2827m)

Boerterho

Jatzhorn (2682m)

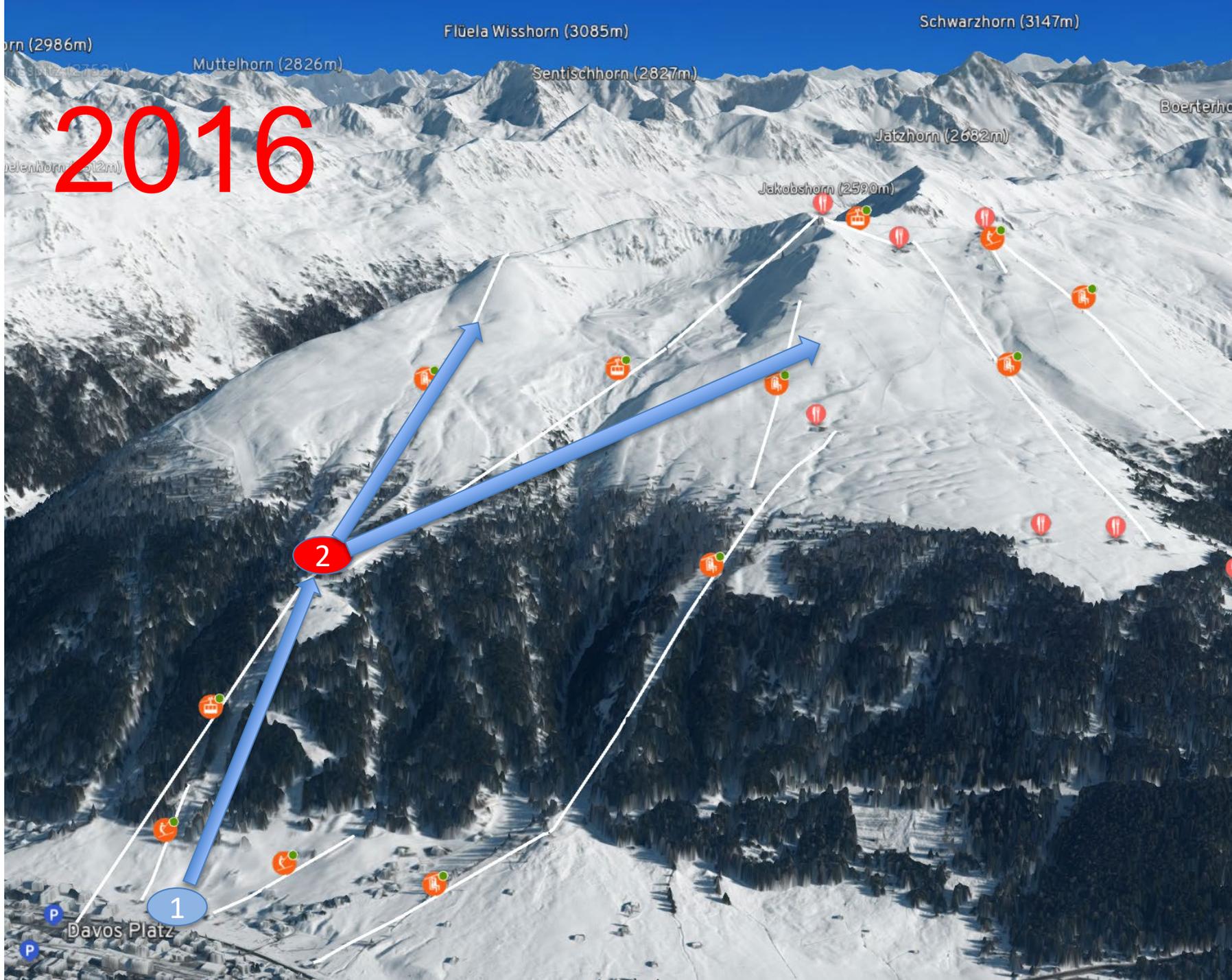
Jakobshorn (2590m)

2015

Jelenhorn (2512m)

Davos Platz





2016

orn (2986m)

Flüela Wisshorn (3085m)

Schwarzhorn (3147m)

Mittelhorn (2826m)

Sentischhorn (2827m)

Boerterho

Jatzhorn (2682m)

Jakobshorn (2590m)

Jelenhorn (2512m)

Davos Platz







2022



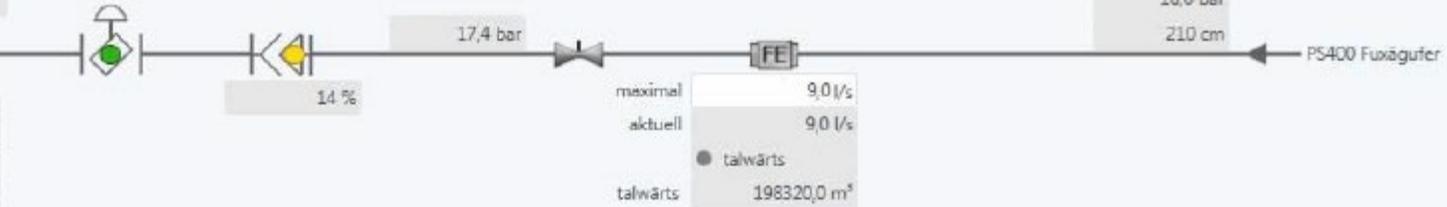
Raumtemperatur: 12,9 °C

### Turbine 22kW

Ein Aus

freigegeben

30 A  
14215 h  
35,2 °C  
27,5 °C

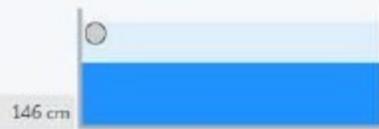


### Turbine 116 kW

Ein Aus

gesperrt

0 A  
11063 h  
13,7 °C  
14,6 °C



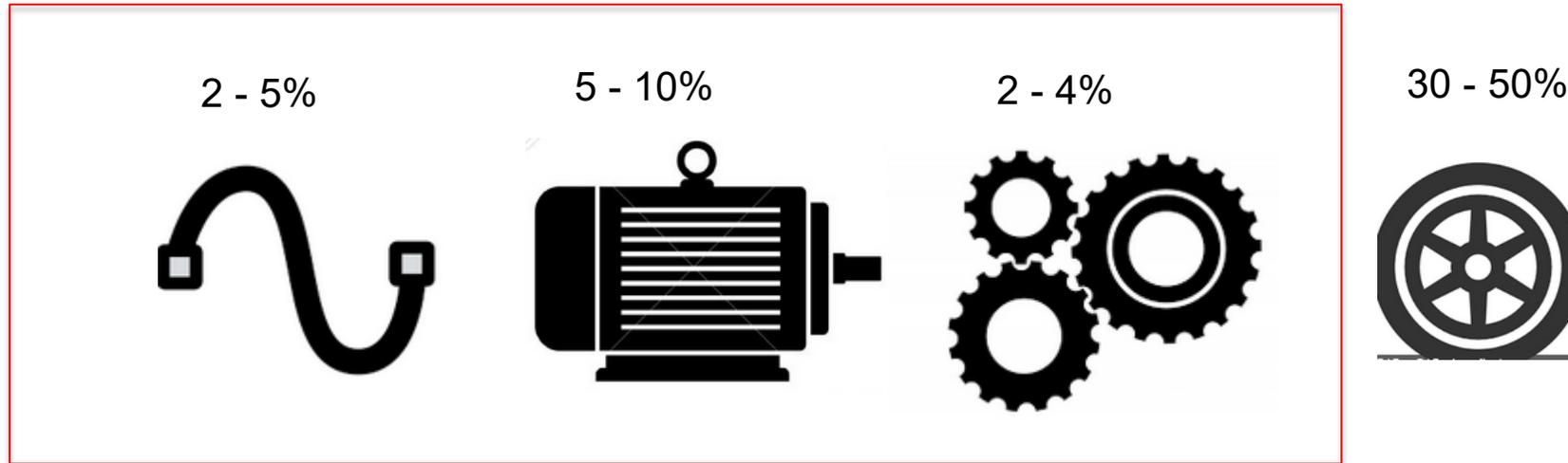
Spannung	Strom	Leistung	CosPhi	Frequenz	Wirkenergie	Blindenergie
233 V	17 A	12 kVA	0,920	49,98 Hz	736978,00	4462,00 kVArh
233 V	17 A	11,0 kW	0,938			
233 V	17 A	4 kVAh	0,923			
			0,924			

Produktionsdaten:

22kW Turbine 2020: 111'072 kWh

116 kW Turbine 2020: 279'148 kWh

## Direktantrieb



Wirkungsgrad Antrieb mit Getriebe: 90%

Wirkungsgrad Antrieb mit Direktantrieb: 93%

Kosteneinsparung:  $1'200 \text{ h} * 3\% * 250 \text{ kW} * 0.2 \text{ CHF/kWh} = 1'800 \text{ CHF/Jahr}$

## Vergleich

### **Vorteile**

- Getriebe und -kosten entfallen
- weniger Verschleiss und Geräusch
- Energieeinsparung von 3%
- höhere Systemsteifigkeit, kein Spiel
- «kompaktere Bauweise»

### **Nachteile**

- Teuer
- Speziell konstruierte Motoren, robustere Lager
- Einzelanfertigungen
- Weniger Schwungmasse

# Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Studien / Dokumente unter

[www.energieingenieur.ch](http://www.energieingenieur.ch) --> Publikationen

**[energieingenieur.ch](http://energieingenieur.ch) GmbH, Fläsch**