



SBB CFF FFS

# Energieeffizienz Tagung VöV OL\_3x150m Langgleise

Kurfess Werner  
Lugmayr Jürgen  
Lienberger Alain  
Zottele Christian  
24. Januar 2017



# Agenda.

1. Begrüssung und Vorstellungsrunde
2. Facts SBB und Vorstellung des Projekts OL\_3x150m Langgleise
3. Vorgehen Energiethemen und untersuchte Varianten
4. Umsetzung des Vorhabens und Ausblick (weiteres Vorgehen)
5. Diskussion
6. Rundgang durch die Wagenhalle Tannwald
7. Abschlussrunde



SBB CFF FFS



## 2. Facts SBB und Vorstellung des Projekts OL\_3x150m Langgleise.

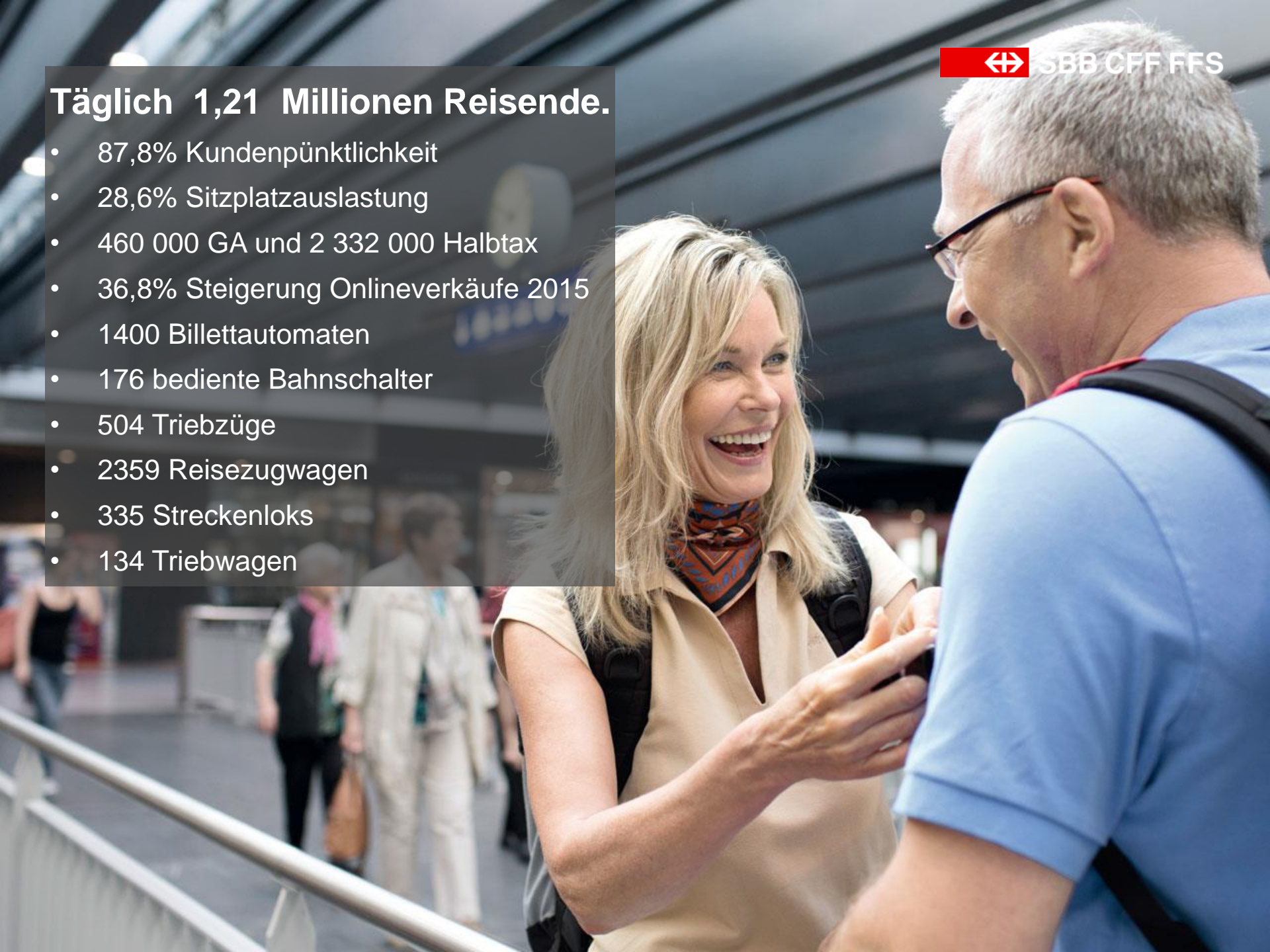




SBB CFF FFS

## Täglich 1,21 Millionen Reisende.

- 87,8% Kundenpünktlichkeit
- 28,6% Sitzplatzauslastung
- 460 000 GA und 2 332 000 Halbtax
- 36,8% Steigerung Onlineverkäufe 2015
- 1400 Billettautomaten
- 176 bediente Bahnschalter
- 504 Triebzüge
- 2359 Reisezugwagen
- 335 Streckenloks
- 134 Triebwagen





**Als integrierte Bahn bewegen  
wir die Schweiz – jeden Tag.**

**Personenverkehr**  
1,21 Mio. Reisende/Tag

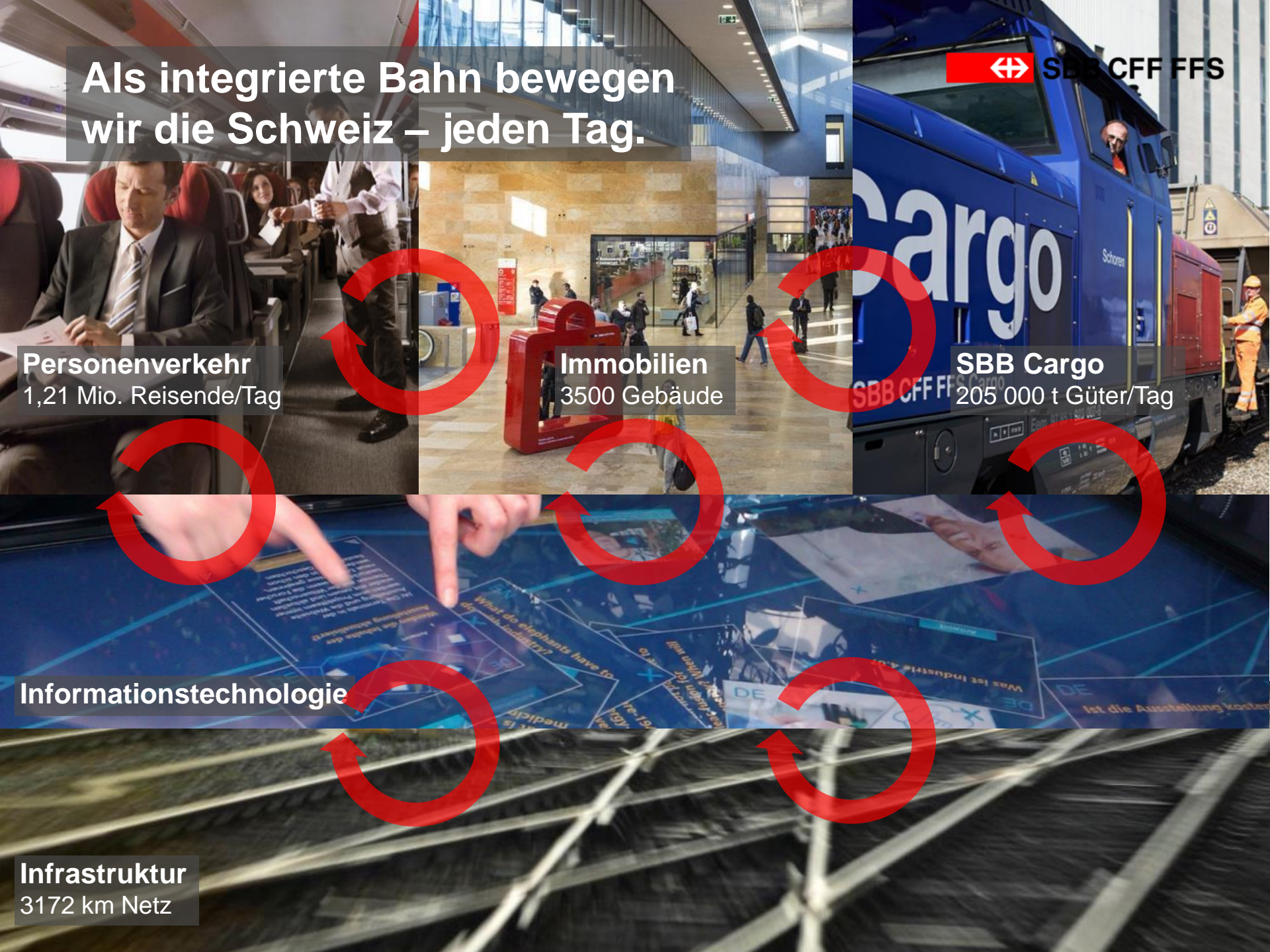
**Immobilien**  
3500 Gebäude

**SBB Cargo**  
205 000 t Güter/Tag

**Informationstechnologie**

**Infrastruktur**  
3172 km Netz

 **SBB CFF FFS**







**SBB CFF FFS**

**9 von 10 SBB Zügen fahren mit  
erneuerbarer Energie.**





**Transformation der Werke und  
Serviceanlagen**

# Die Strategie. (Realisierung zwischen 2017 and 2025).

## Werk Olten

Fertig 2018:  
Triebzüge  
3x150m

## Serviceanlage Biel (2020)

Anpassungen  
für 3 x 200m

## Serviceanlage Oberwinterthur

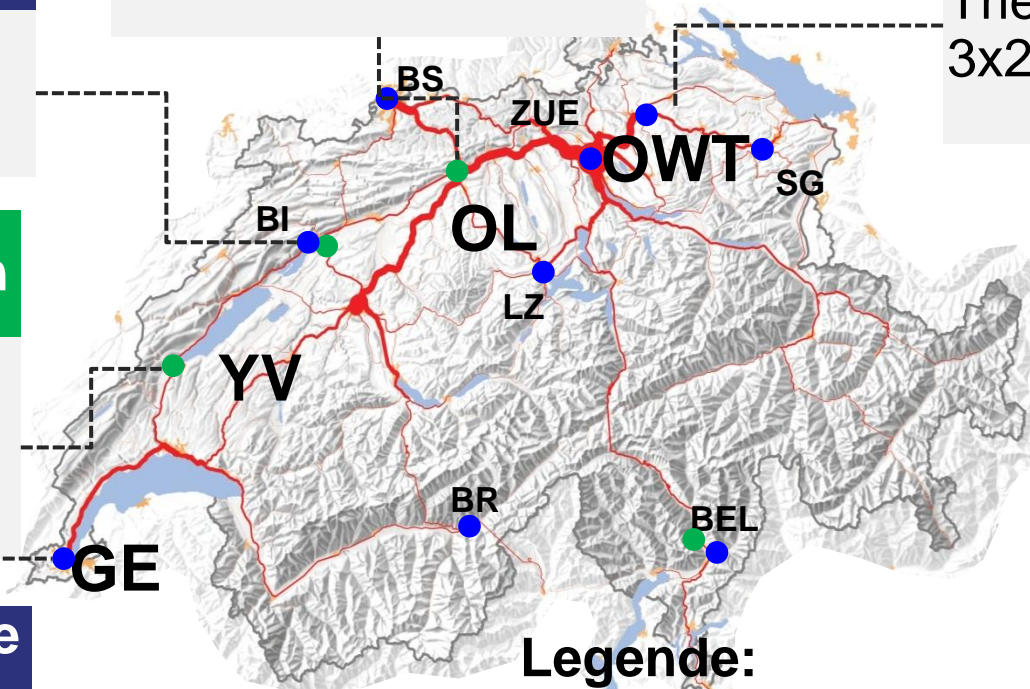
Im Bau  
Triebzüge  
3x200m

## Werk Yverdon

Studie  
Triebzüge  
+ 2 x 200m

## Serviceanlage Genf

Triebzüge



## Legende:

- Serviceanlage – leichte Instandhaltung
- Werk - schwere Instandhaltung



# Transformation Olten – Geschichte



Norden:

1978 – 20XX

Geplant für 4-achsige Reisezugwagen  
und Komponentenaufarbeitung

**Trieb- und Gliederzüge bis  
150m Länge**

Mitte:

1856 – 1967

Rückzug bis 2022  
Geplant für 2- und  
4-achsige Reisezug-  
Wagen, Giesserei,  
Stellwerkstechnik

Süden:

1854 – 1928

Aufgegeben  
Geplant für  
2-achsige  
Reiszug-  
wagen





## Transformation Olten bis 2025.

**Sanierung und Erweiterung Elektroan.**

- Realisierung 2016 / 17.

**Gebäudehülle Sanierung**

- In Planung.

**OL 3x150m Trieb- und Gliederzüge**

- Realisierung 2016 / 2018.

**Neue Heizzentrale**

- In Planung.

**Lagerhalle**

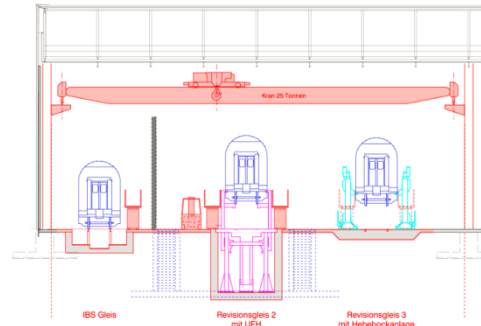
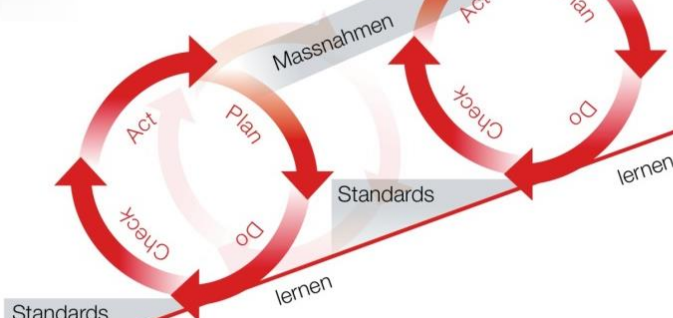
- Realisiert 2014.

**Kastenkompetenz**

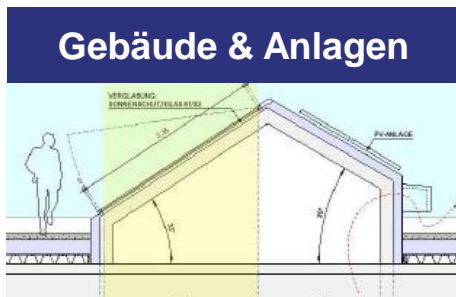
- In Planung.



In jeder Phase wurde jedes Lieferobjekt einzeln optimiert.



In Bezug auf Investitionen, Betriebskosten und Produktionsprozesse optimierte Lieferobjekte.



KAIZEN-Workshops, Simulationen,  
Einsatz Planerteam mit  
Projektierungserfahrung im privaten  
Bahnsektor (Siemens), Behörden-  
konsultationen, Reviews durch  
Fachgremien, LCM Betrachtung etc.

### Beispiele:

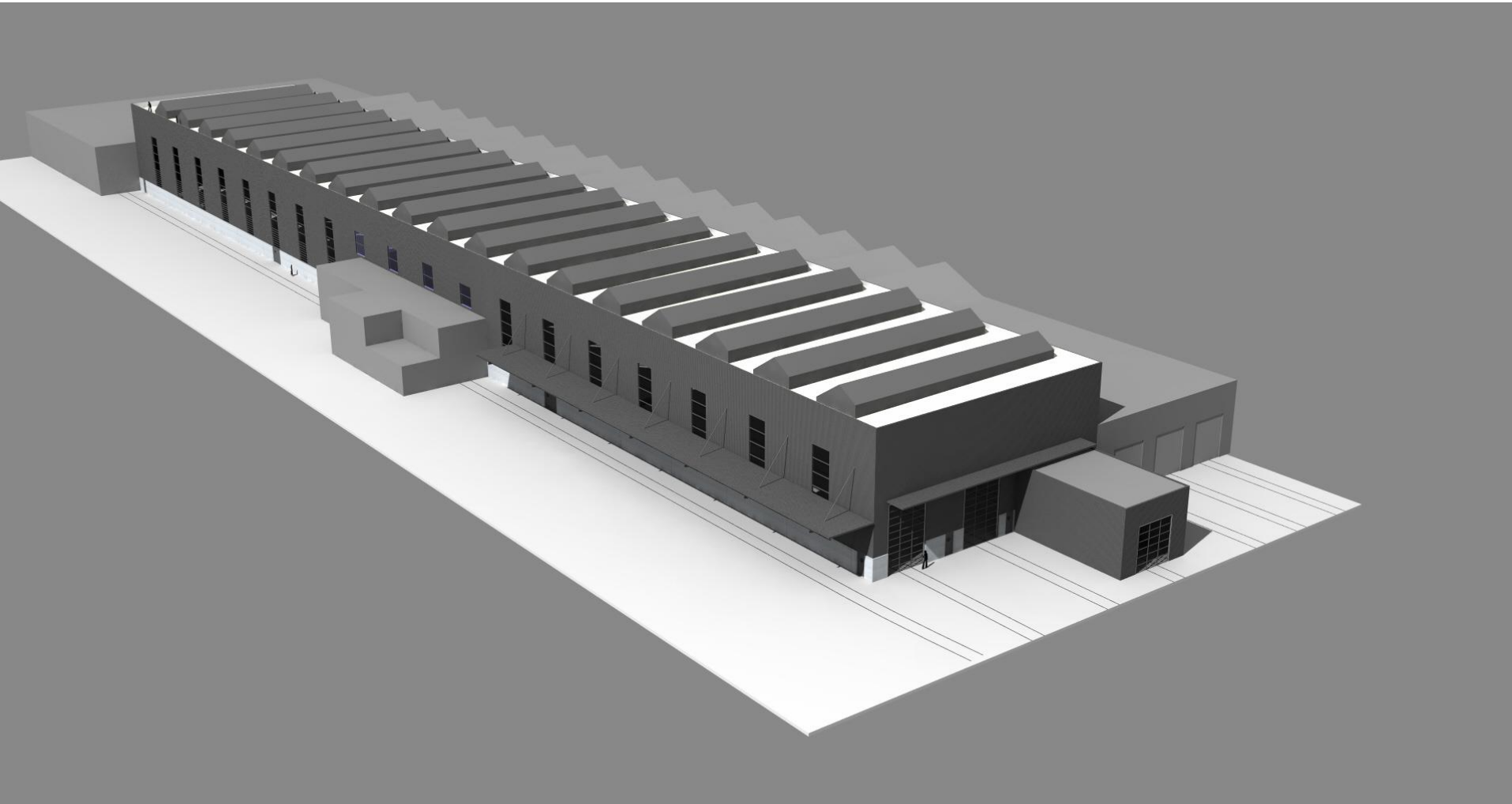
- Flachdach anstatt Sheddach
- Minimale Dacheinbauten & Krananlagen
- Robuste Tore
- Einfache Fassade
- Vielseitige UFH

## Verschiedenste Anforderungen

## Systematische Optimierung

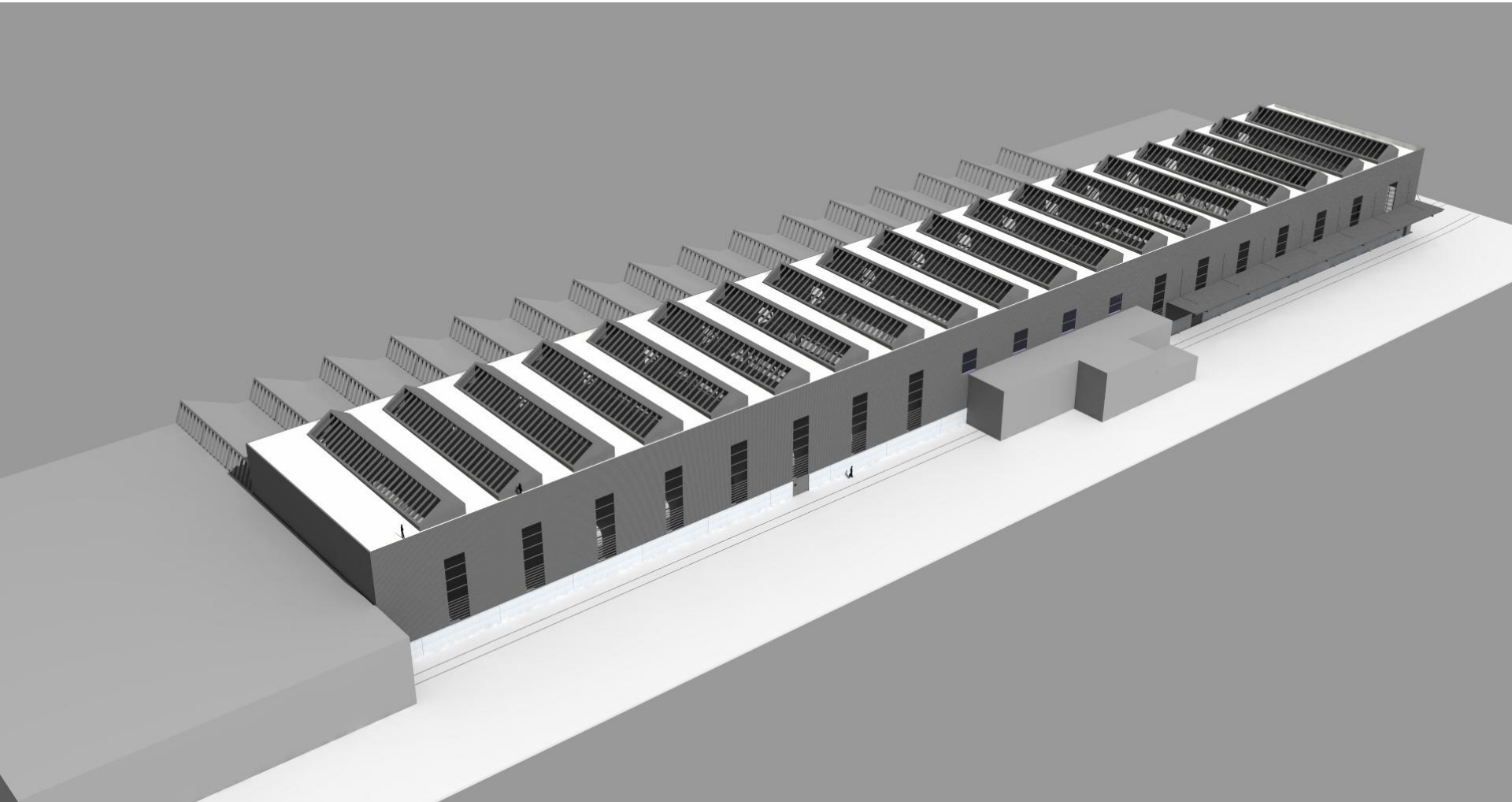
## Vielseitige und in Bezug auf Gesamtkosten optimierte Lösung

## Ersatzneubau OL\_3x150m – Sicht von Süden.





## Ersatzneubau OL\_3x150m – Sicht von Norden.

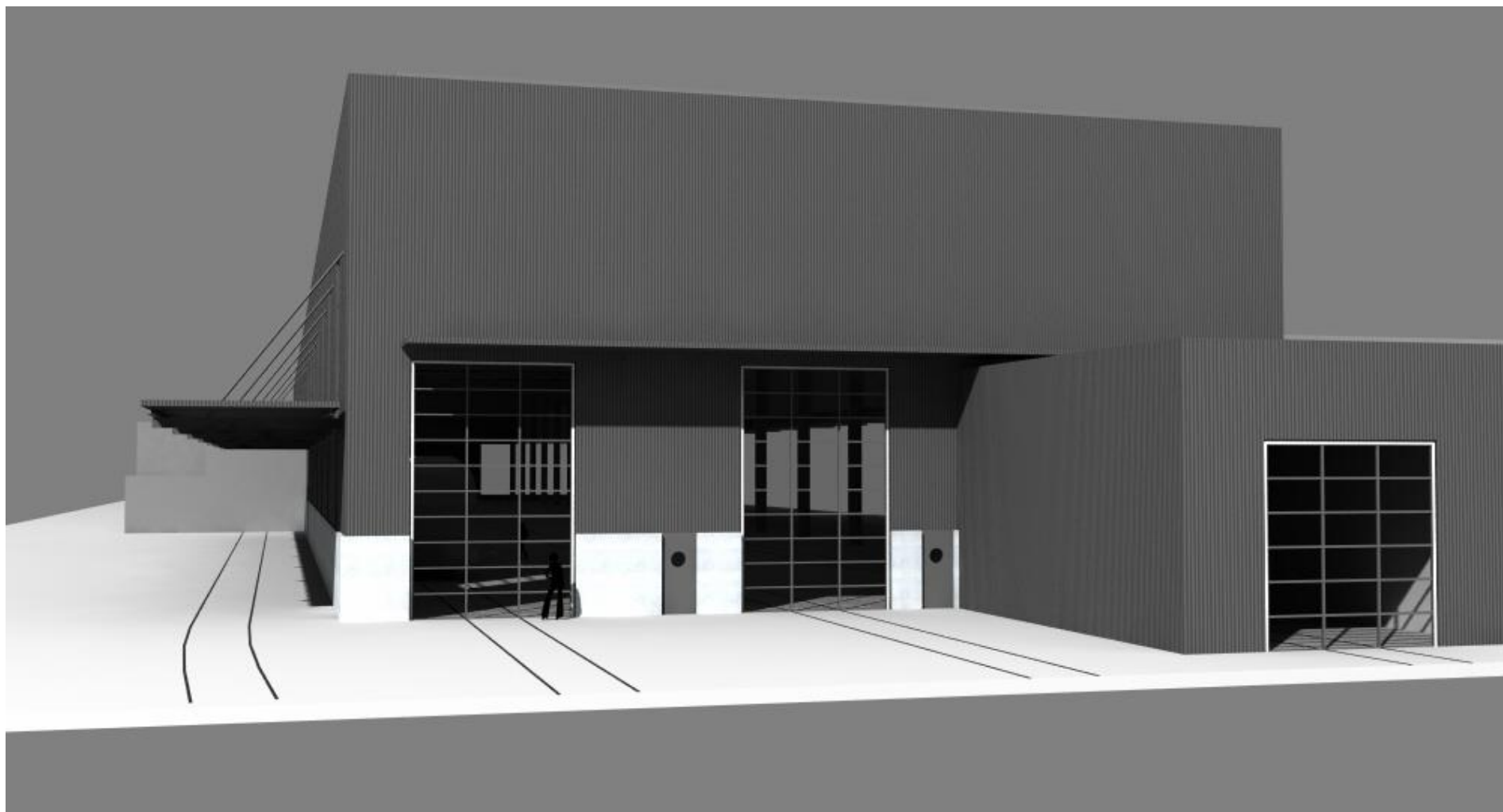


## Ersatzneubau OL\_3x150m – Innen in Richtung Norden.





## Ersatzneubau OL\_3x150m – Sicht von Süden.

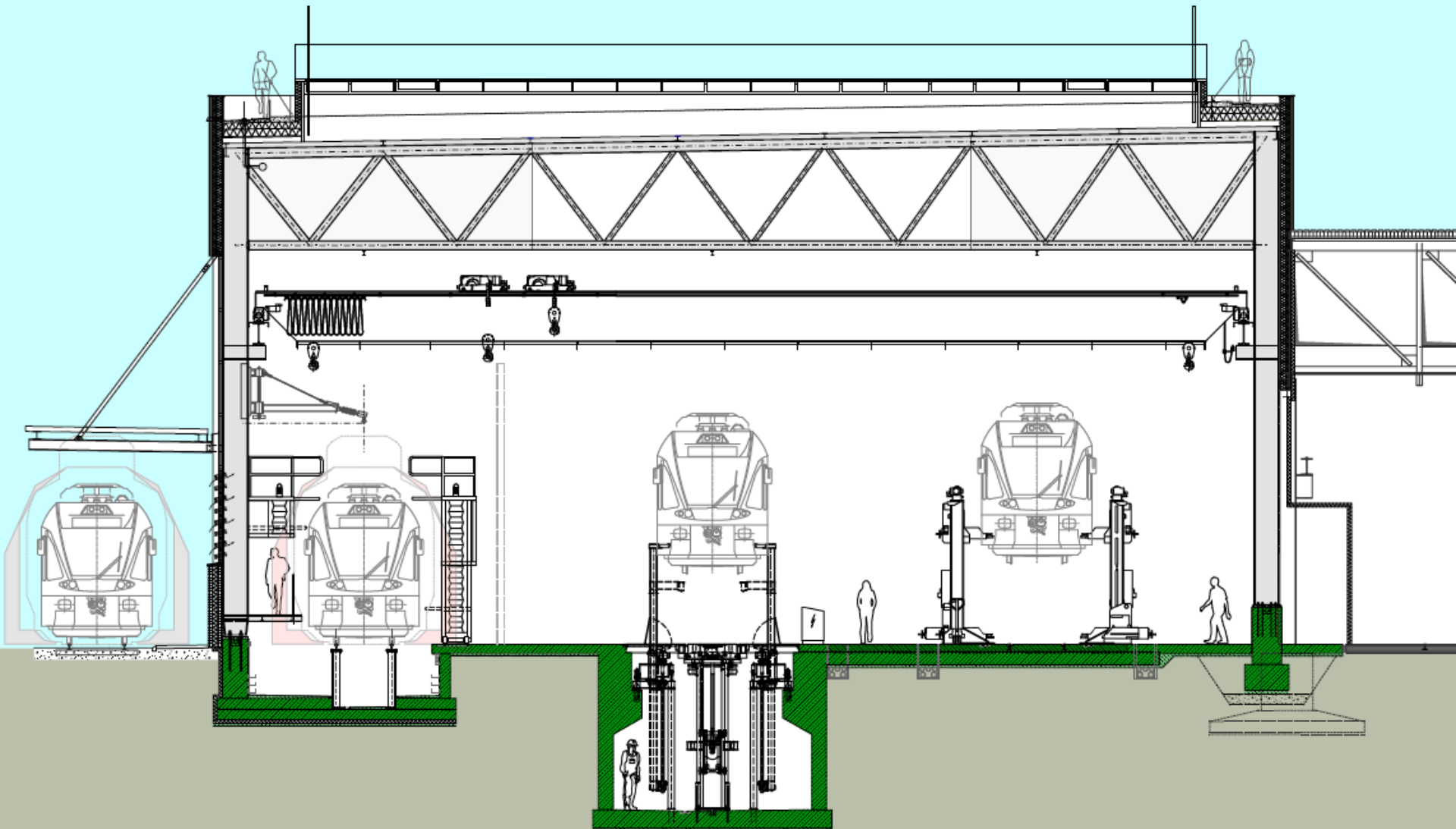


## Ersatzneubau OL\_3x150m – Innen in Richtung Süden.

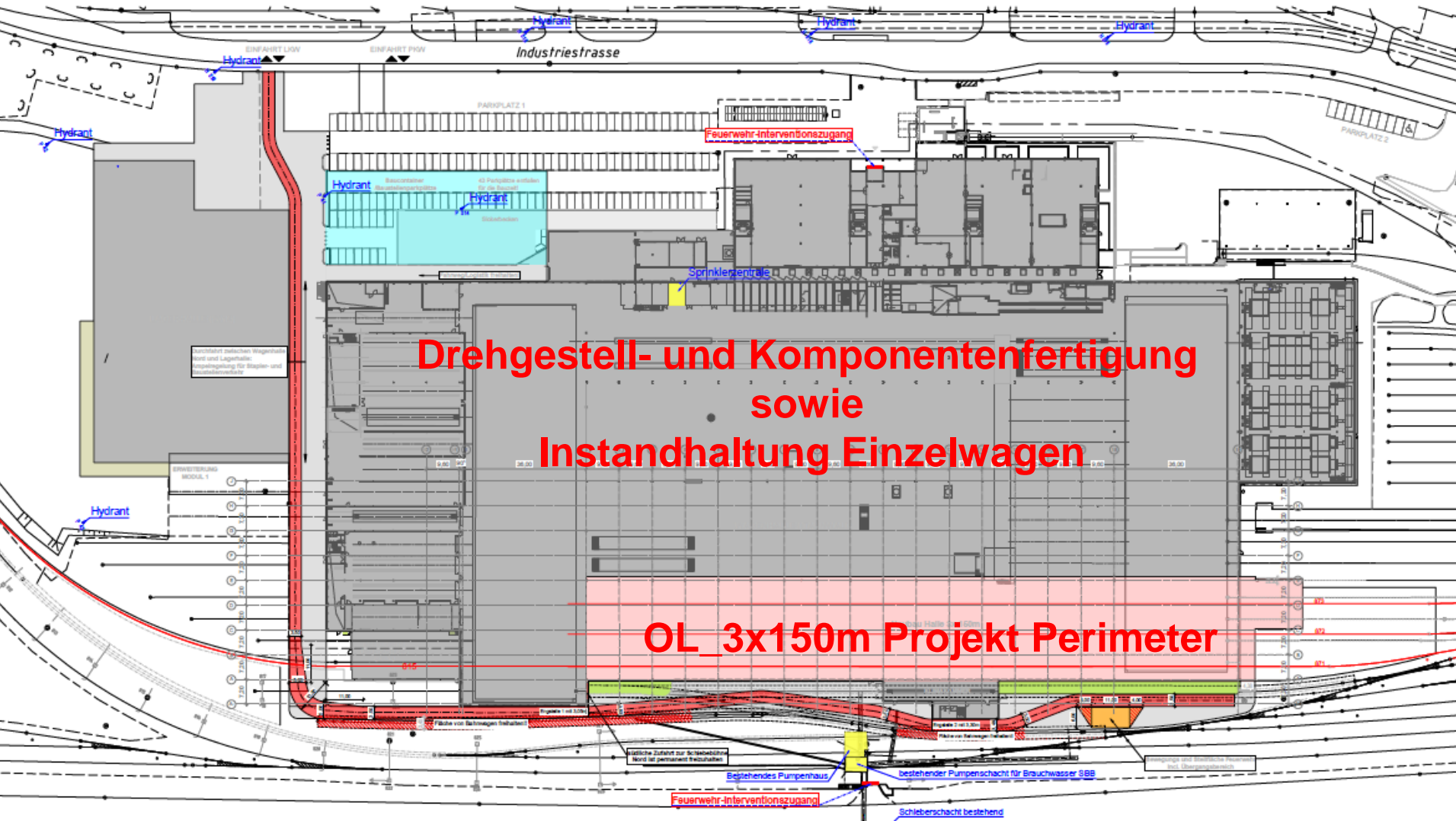




# Ersatzneubau OL\_3x150m – Querschnitt.



# Die Herausforderung.



**Drehgestell- und Komponentenfertigung  
sowie  
Instandhaltung Einzelwagen**

**OL\_3x150m Projekt Perimeter**

Eingezwängt zwischen dem Klima-Testlabor (24/7 Betrieb, hohe Verfügbarkeit)  
und der restlichen Produktion (teilweise 2 Schicht-Betrieb)



### 3. Vorgehen Energiethemen und untersuchte Varianten.



# Hauptanforderungen in heutigen Projekten.

- Variantenvergleiche bzw. Kosten-Nutzenanalysen zur Abwägung der Energieeffizienz.
- Thermische Gebäudesimulationen um einzelne Variantenentscheide gesamthaft zu testen.
- Energie– Minimierung des Verbrauchs an Druckluft und elektrischer Energie.
- Beleuchtung - LED – Reduktion des Energieverbrauchs und Minimierung der Wartungskosten (Tausch der Leuchtmittel heute sehr aufwändig). Sektorielle Lichtsteuerung, allenfalls angepasst an den Tageslichtverlauf.



## Variantenvergleiche bzw. Kosten-Nutzenanalysen.

- Flachdach vs. Sheddach
- Stärke und Qualität Wärmedämmungen Wand und Dach
- Bodendämmung Ja/Nein
- U-Werte Glasflächen (Oberlichter, Fenster)
- Verschattung /Sonnenschutzglas Fassadenfenster
- Verwendung Deckenstrahlplatten zur Kühlung
- Betrachtung thermische Solaranlage
- Betrachtung Photovoltaikanlage
- Neigung/Ausbildung und Grösse der Oberlichter
- Wärmeabgabesystem (Heizung)

Mit dem Systemnachweis nach SIA 380/1:2009 wurde versucht das vorhandene Geld möglichst effizient einzusetzen, um die gesetzlichen Vorgaben zu erreichen.

# Thermischen Gebäudesimulationen

Die thermischen Gebäudesimulationen haben die Entscheidungsfindung bei den Variantenvergleichen unterstützt. In einem iterativen Prozess wurde versucht das Gesamtoptimum unter Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben, die sich teilweise mit der Energieeffizienz widersprechen, herauszuholen.

Beispiel für Widerspruch:

- gesetzl. Anteil Ausblick ins Freie:  $\frac{1}{16}$  der Bodenfläche bzw. 6.25%
- gesetzl. Anteil natürliche Belichtungsfläche:  $\frac{1}{8}$  der Bodenfläche (12.5%)
- => erhöht Wärmeeintrag und damit gr. Aufwand für Lüftung/Kühlung
- => ggf. hohe Kosten für Verschattung
- => Glasflächen haben schlechtere U-Werte bzw. höhere Kosten



## Fazit.

- Für jedes einzelne Gewerk / Betrachtungsweise gibt es ein Optimum
- Für das gesamte Bauwerk immer nur einen Kompromiss.

# Druckluft und Energieversorgung



# Energie – Strom und Druckluft sowie Dimensionierung der Druckluftleitungen.

Stromversorgung:

- Unterflurhebeanlage, Hebebockanlage, Stromversorgung Züge (400V 63A), Krananlagen und andere Systeme für die Instandhaltung der Fahrzeuge
- Anschlusswert: maximum 1074 kW (Reserve 30%)

Druckluft und Druckluftleitungen

- 7 bar Druckluftversorgung mit einzelnen Boostern bzw. mobilen Kleinkompressoren, wo 10 bar benötigt werden (Change Dez. 16)
- Dimension Rohrleitungen Abgänge 1/2"
- Füllen der Bordsysteme mit Bordkompressor (400V 63A)
- Ursprünglich zwei Systeme geplant, eines für 10 bar, eines für 7 bar, zu teuer und wenig Nutzen
- Trend weg von Druckluftwerkzeugen hin zu Akku Werkzeugen



**LED-Beleuchtung**



# Beleuchtung – Eine Kosten/Nutzen-Analyse der LED Beleuchtung, Beleuchtungssteuerung

Guidelines:

- SN EN 12464-1 Beleuchtung Arbeitsplätze innen
- SN EN 12464-2 Beleuchtung Arbeitsplätze aussen
- Swiss EAKAS
- Arbeitsgesetz (Wegleitung 3 und 4)

Anforderungen daraus:

- Innenbereich  $E_m = 300 \text{ lx}$
- Aussenbereich im Gleisfeld  $E_m = 20 \text{ lx}$
- Bewegungsmelder in Zusammenhang mit sektorieller Beleuchtungssteuerung und Tageslichtsteuerung (letzteres als Option)

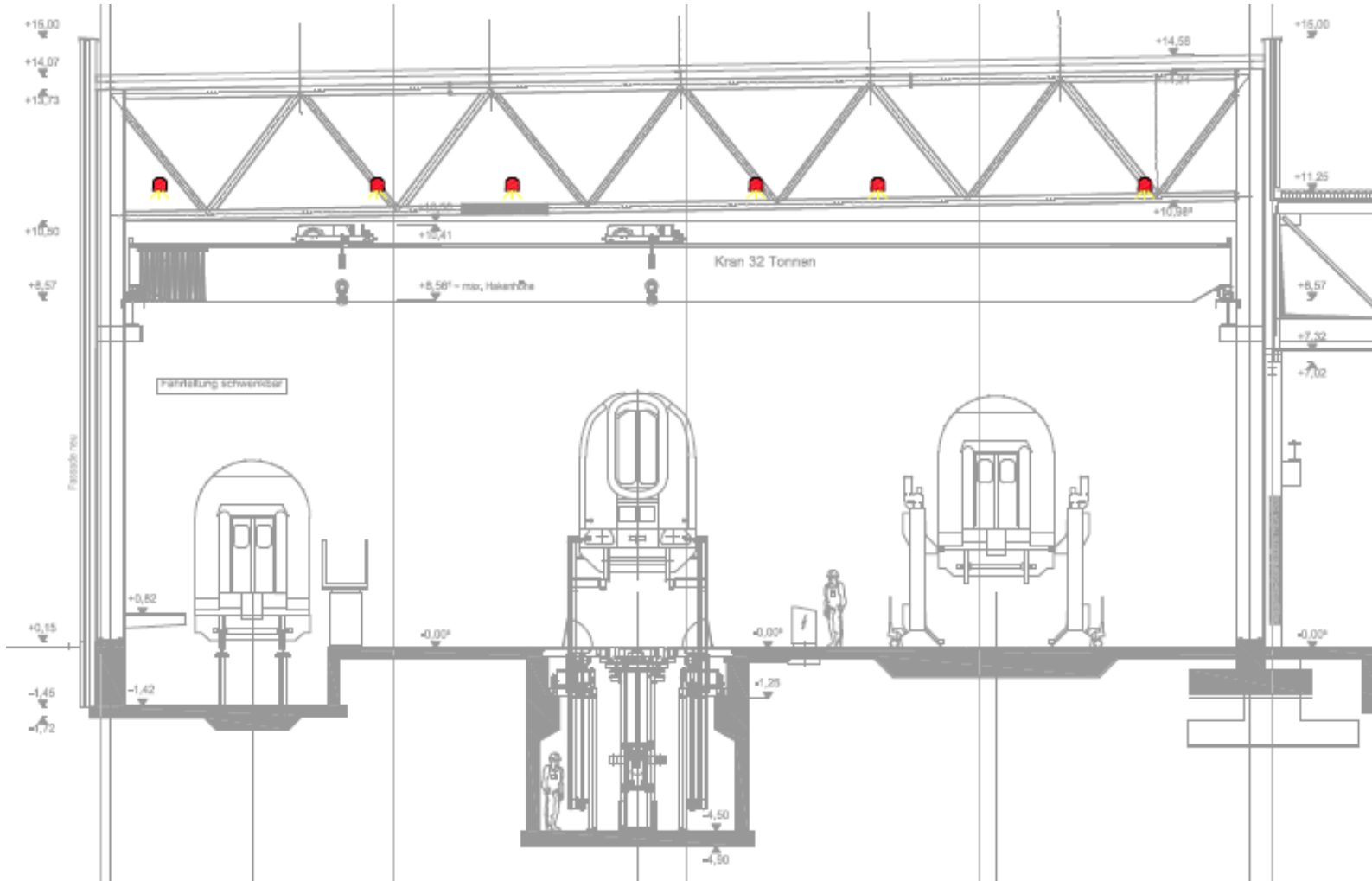
# Beleuchtung – Eine Kosten/Nutzen-Analyse der LED Beleuchtung, Beleuchtungssteuerung

Untersuchte Varianten für die Beleuchtung (Simulationen):

- Variante 1 mit 4 Lichtbändern
- Variante 2 mit 5 Lichtbändern
- **Variante 3 mit 6 Lichtbändern**
- Variante 4 mit 8 Lichtbändern
- Variante 5 mit 39 Lichtbändern quer angeordnet
- Jede Variante wurde mit und ohne Zügen in der Halle simuliert.
- Jede Variante in LED-Technik wurde mit einer Standard-Beleuchtung verglichen («Neon Röhren»).
- Kostenkalkulation Invest & Betrieb (Energie, Wartung und Amortisierung) → LCC (Life-Cycle-Cost)



# Beleuchtung – Eine Kosten/Nutzen-Analyse der LED Beleuchtung, Beleuchtungssteuerung



	Variante 1 (4 LB)	Variante 2 (5 LB)	Variante 3 (6 LB)	Variante 4 (8 LB)	Variante 5 (Quer)
$E_m$ [lx] mit Zügen / ohne Züge	313 lx / 492 lx	400 lx / 634 lx	495 lx / 772 lx	638 lx / 996 lx	481 lx / 769 lx
$E_{min}$ [lx] mit Züge	234 lx	253 lx	302 lx	503 lx	113 lx
Anzahl	460	575	690	920	663
Type	B LED8000-840	B LED8000-840	B LED8000-840	B LED8000-840	B LED8000-840
Hersteller	Trilux	Trilux	Trilux	Trilux	Trilux
Leistung [kW] / Einheit	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
Leistung [kW] ges.	28.08	36.23	43.47	57.96	41.77
Wärme [W/m <sup>2</sup> ]			7.88		7.91
Invest [CHF]	152'800.00	191'026.00	229'165.00	305'443.00	226'498
Lebensdauer [h]	50'000	50'000	50'000	50'000	50'000
Im 2-Schichtbetrieb [Jahre]	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
Energiekosten über Lebensdauer [CHF]	173'880.00	217'350.00	260'820.00	347'760.00	250'614.00
Bewertung	234 lx ungenügend	253 lx ungenügend	ideal	Übererfüllt	113 lx Schattenprobleme

# Beleuchtung – Eine Kosten/Nutzen-Analyse der LED Beleuchtung, Beleuchtungssteuerung



- Variante 39 Lichtbänder quer
- Vorteil: weniger Einzelleuchten
- Nachteile:
  - Schattenwurf bei Bewegung der Krananlagen (4 Kräne, alle 6min eine Bewegung)
  - Grösserer Verkabelungsaufwand
  - Konflikte mit Personenfallsysteme
- Fazit: für diesen Fall nicht ideal





**Wärmeabgabe in der Halle**

# Wärmeabgabe – untersuchte Varianten und Entscheid.

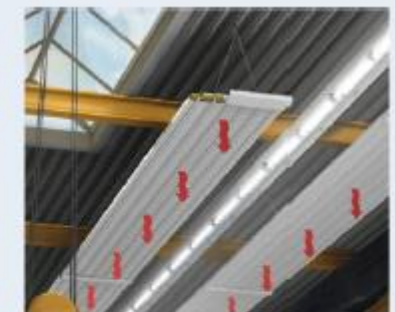
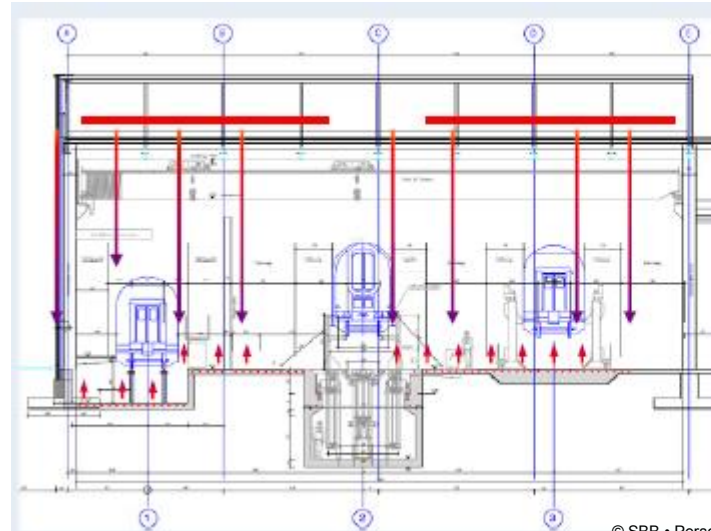
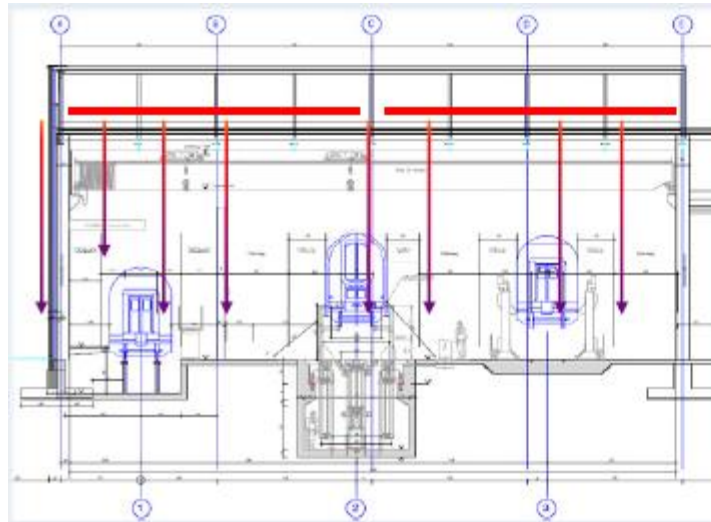
Untersuchte Varianten:

- Variante Fussbodenheizung
- Variante Umluftheizer
- **Variante Deckenstrahlplatten (Heisswasser, unter dem Dach)**
- Variante Deckenstrahlplatten in Kombination mit einer Fussbodenheizung
  
- Kostenkalkulation aus Investitionskosten & Betriebskosten für Pumpe / Motoren.
- Minimale Temperatur in der Halle: 16°C
- Verzicht auf Kühlung im Sommer

# Wärmeabgabe – untersuchte Varianten und Entscheid.

Die Varianten:

- Deckenstrahlplatten:  
hohe Flexibilität für  
spätere Anpassungen am Boden
- 80% Strahlung and  
20% Konvektion
- Deckenstrahlplatten  
und  
Fussbodenheizung
- Fussbodenheizung:  
spätere Anpassungen  
kritisch (Rohre im  
Boden)

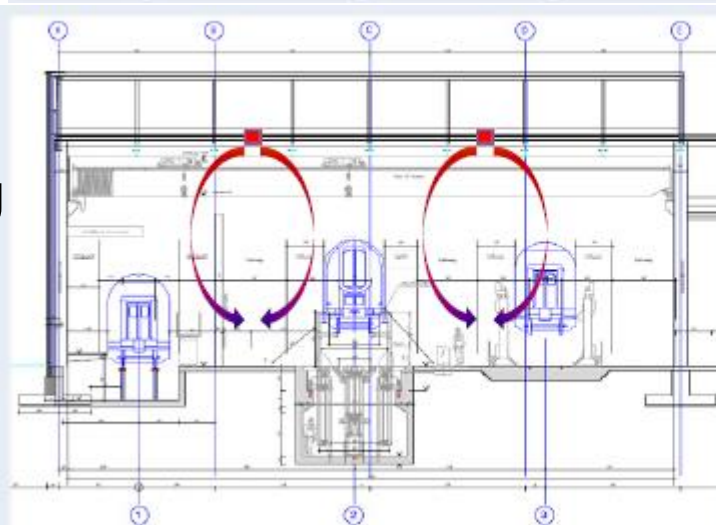
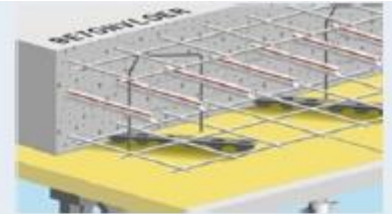
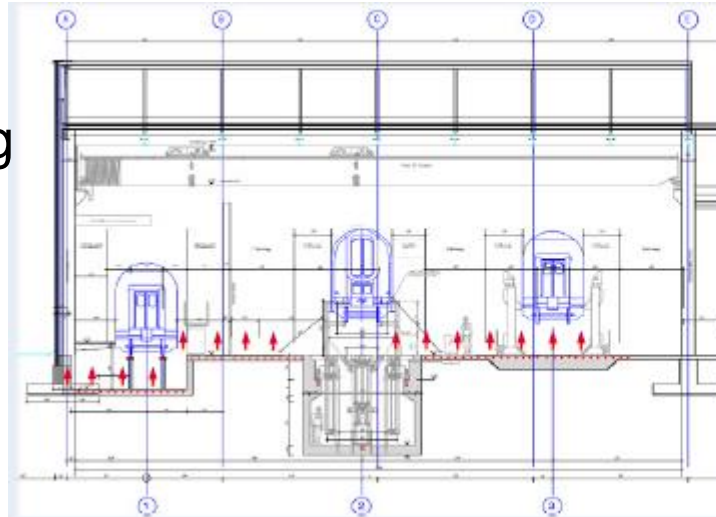




# Wärmeabgabe – untersuchte Varianten und Entscheid.

Die Varianten:

- Fussbodenheizung ideal
- Warme Füße, kühler Kopf
- Umluftheizer mit Ventilator
- Staubaufwirbelung kritisch für elektronische Komponenten und Gesundheit

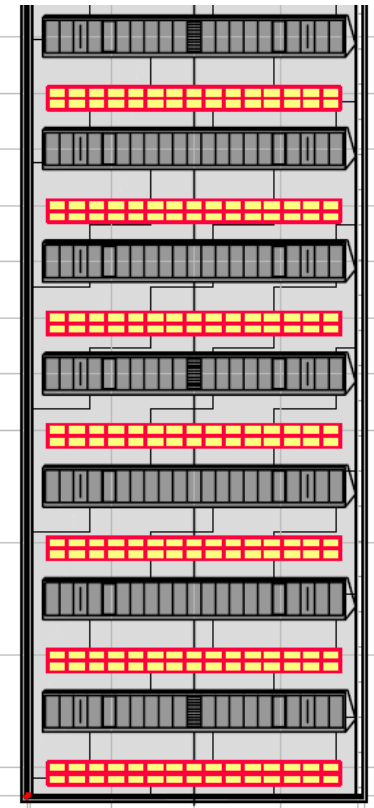


	Fussboden- heizung	Umluftheizung	Deckenstrahl- platten	Deckenstrahl- platte & Fussboden- heizung
Vorteile	Sehr effizient, “Wärme an den Füssen”, Niedertemp- eratur (< 60°C)	Preiswert, einfach, bewährt, Wärme muss an den Boden gebracht werden	Keine Rohre im Boden, keine Staubaufwirl- elungen, wenig Geräusche, einfach	Keine Staubauf- wirbelungen, Fussboden- heizung für Niedertemp- eratur geeignet
Nachteile	Verrohrung im Boden, sehr teuer	Geräusche, viele Bauteile, Wartungsaufwa- nd, Staubauf- wirbelungen	Wärmeabgabe unter dem Dach, warmer Kopf – kalte Füsse	Rohre im Boden
Hilfsenergie- kosten [CHF]	350.00	2'445.00	245.00	350.00
Invest [CHF]	1'000'000.00 - 1'300'000.00	350'000.00 - 400'000.00	500'000.00 - 650'000.00	840'000.00 - 1'010'00.00

# Wärmeabgabe – untersuchte Varianten und Entscheid.

- Einsatz Solarthermie – nach neu errichteter Heizzentrale
- 820m<sup>2</sup> Solarkollektoren für Grundlast der benötigten Prozesswärme (Komponentenreinigung, Trocken-Box Lackieranlage etc.)

	Kosten [CHF]
Solarkollektoren installiert auf dem Dach	450'000.00
Einbindung in Heizsystem	370'000.00
Dachverstärkung	100'000.00
<b>Total</b>	<b>920'000.00</b>
	WIRE
Output Solarenergie	580'000 kWh/a
Ersparnis per Jahr	90'000.00
Wirtschaftliche Lebensdauer	20 Jahre
<b>Payback</b>	<b>13 Jahre</b>





## 4. Umsetzung des Vorhabens und Ausblick (weiteres Vorgehen)



## Weiteres Vorgehen / Ausblick.

- 31.12.2017 Halle dicht
- 30.06.2018 Produktionseinrichtungen weitgehend eingebaut und  
betriebsbereit
- 01.07.2018 Start Probebetrieb
- 01.11.2018 Start Produktion



SBB CFF FFS

[www.sbb.ch](http://www.sbb.ch)

## 5. Diskussion.





## 6. Rundgang durch die Wagenhalle Tannwald SBB Personenverkehr Werk Olten



Romont

Romont

3 C

C 2

Romont



## 7. Abschlussrunde





Herzlichen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit.