



**Technikgebäude 2020 BLS**  
**Eine Innovation in der Gebäudetechnik**

# Ausgangslage

## Zieldefinition

Senken der  
**Bau- und  
Unterhaltskosten**



**Nachhaltige  
Infrastruktur** bauen  
und betreiben



**Ökologische  
Baustoffe**  
verwenden



**Image**  
BLS fördern



**Synergien**  
erkennen und  
nutzen



# Ausgangslage

## Immobilien- Portfolio

### Bahnrelevante Bauten

- Schaltstation
- Technikgebäude
- Baudienststützpunkt
- Werkstätten



### Bahnergänzende Bauten

- Aufnahme Gebäude mit Bahnrelevanz
- Perrondach



### Kommerzielle Bauten

- Wohnungsbauten
- Gewerbegebäude
- Bürogebäude
- Aufnahme Gebäude ohne Bahnrelevanz



# Ausgangslage

## Handlungsfelder

Handlungsfeld 1  
Flächen- und Raumoptimierung



Handlungsfeld 2  
Energieoptimierung



Handlungsfeld 3  
Synergie nutzen



# Handlungsfeld 1 Flächen- /Raumoptimierung



# Handlungsfeld 1 Flächen- /Raumoptimierung

Treiber

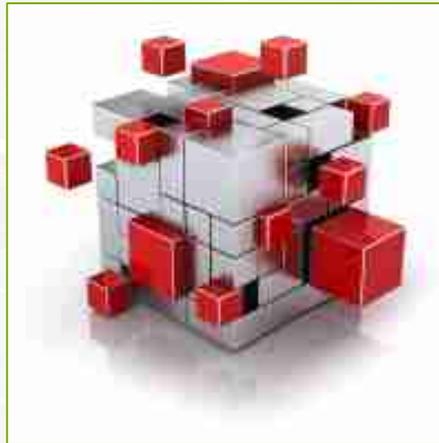
**«Der angewendete Baustandard der Technikgebäude führt zu überdimensionierten und kostenintensiven Bauten!»**

# Handlungsfeld 1 Flächen- /Raumoptimierung

**Optimiertes Raumlayment**  
sicherstellen



**Nutzergerechter**  
Platzbedarf bereitstellen



**Überschüssige Fläche**  
erkennen und eliminieren



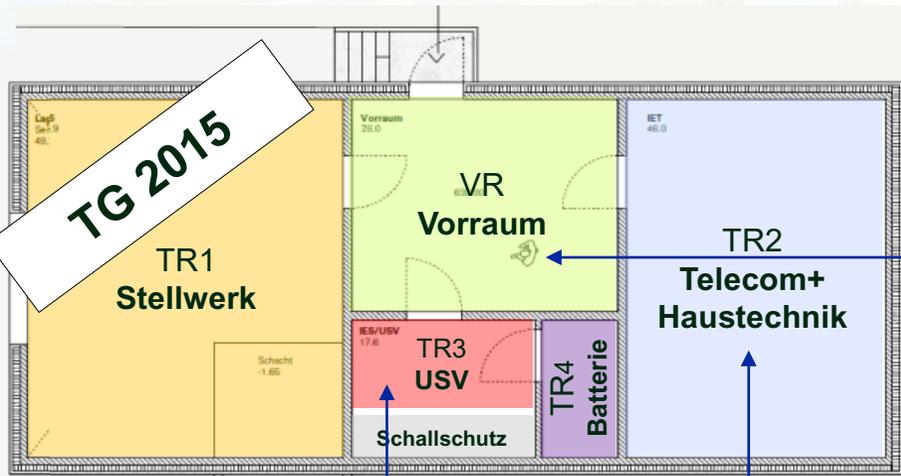
# Handlungsfeld 1 Flächen- /Raumoptimierung

## Einflussfaktoren auf den Raumbedarf

- Das **Raumlayout ist nicht optimal** eingerichtet
- Die Anforderungen der Anlagen bestimmen die Raumgrösse
- Emissionen von Lärm müssen reduziert werden
- **Ästhetische Anforderungen seitens Architektur**
- **Zutrittsberechtigungen** der Räumlichkeiten
- Optimale und kurze Leitungsführungen
- Sicherstellen **grosszügigem Platzbedarf zum Arbeiten an den Anlagen**

# Handlungsfeld 1 Flächen- /Raumoptimierung

## Massnahmen Technikgebäude 2020

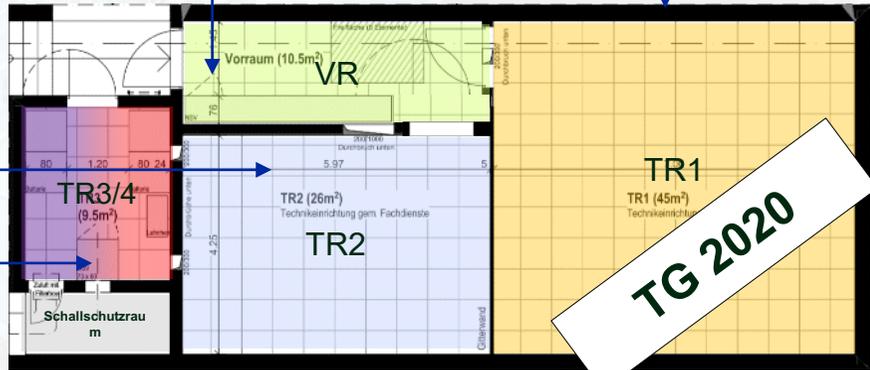


Die Raumeinteilung wurde optimiert und der Zugang wurde im Gebäude integriert

Die Fläche des Vorräume wurde reduziert

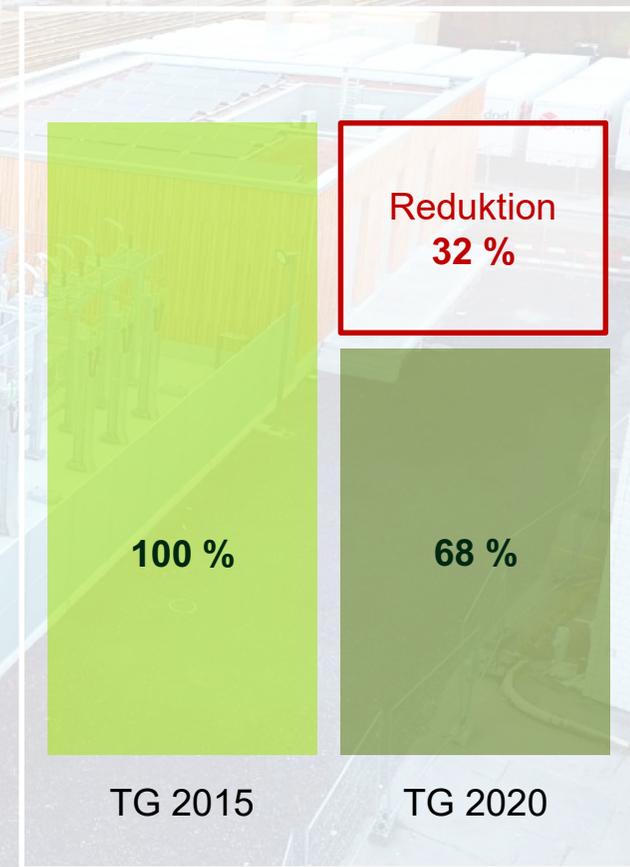
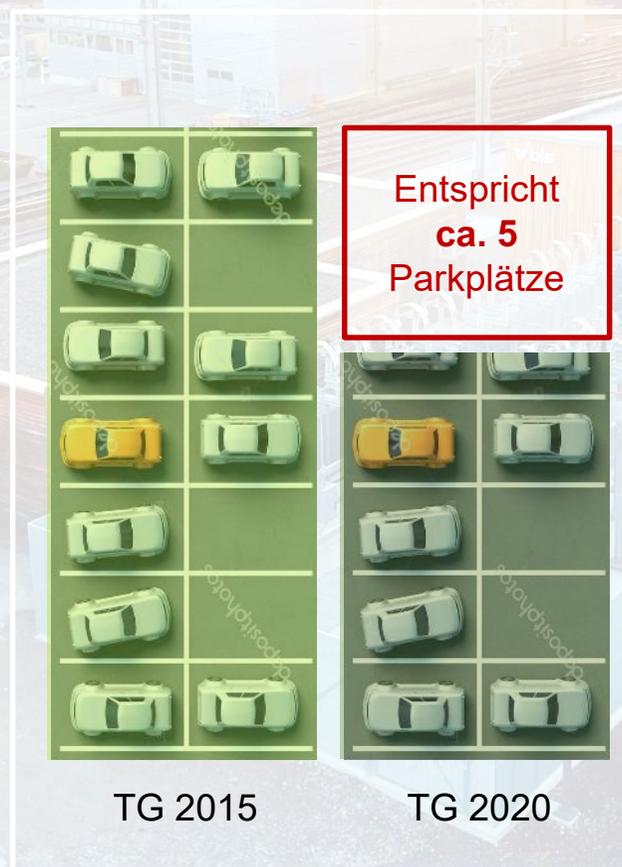
Die Fläche vom TR2 «Telecom&Haustechnik» Raum wurde reduziert

Der USV- und Batterieraum wurden zusammengelegt



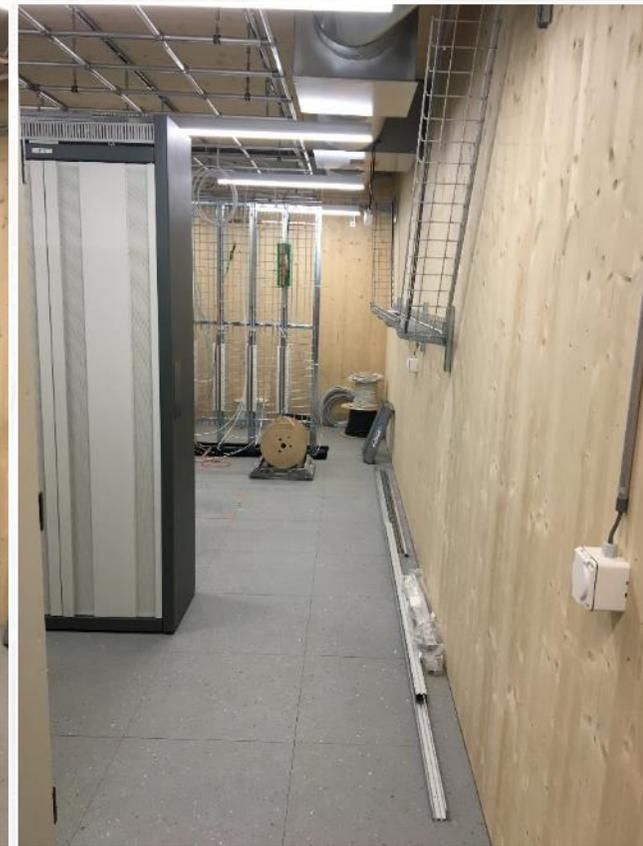
# Handlungsfeld 1 Flächen- /Raumoptimierung

## Flächenreduktion

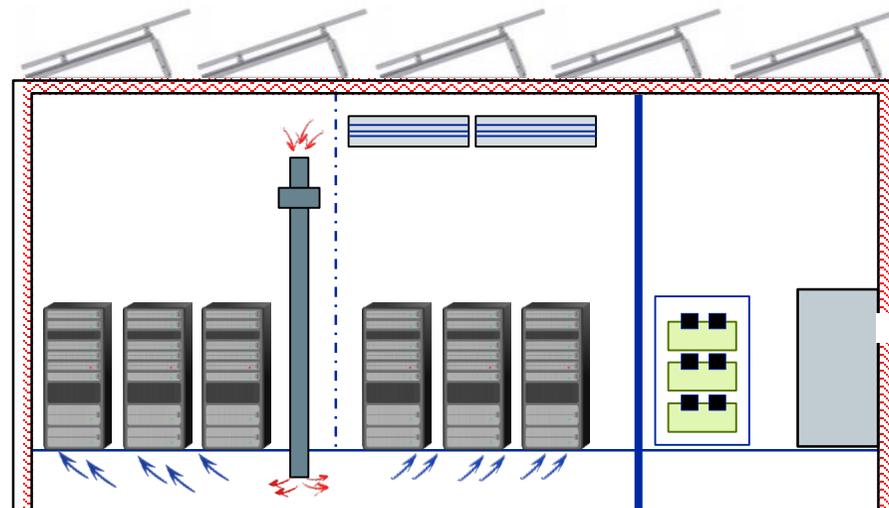


# Handlungsfeld 1 Flächen- /Raumoptimierung

## Impressionen



# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung



# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung

Treiber

**«In den Technikgebäuden wird ein unnötiger Energiebedarf zu Sicherstellung des geforderten Raumklima verwendet!»**

# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung

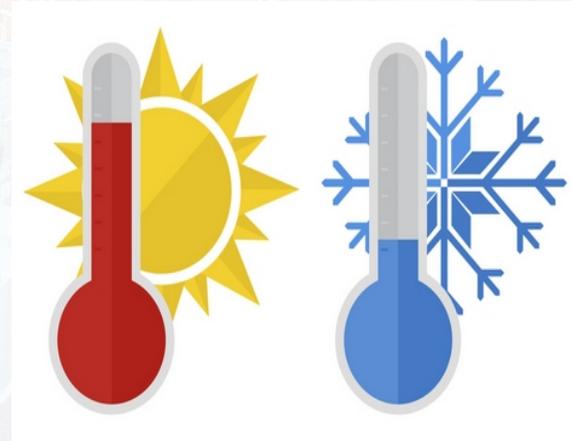
**Aktueller Energiebedarf  
reduzieren**



**Saisonale Energiequellen  
nutzen**



**Anforderungen Raumklima  
neu definieren**

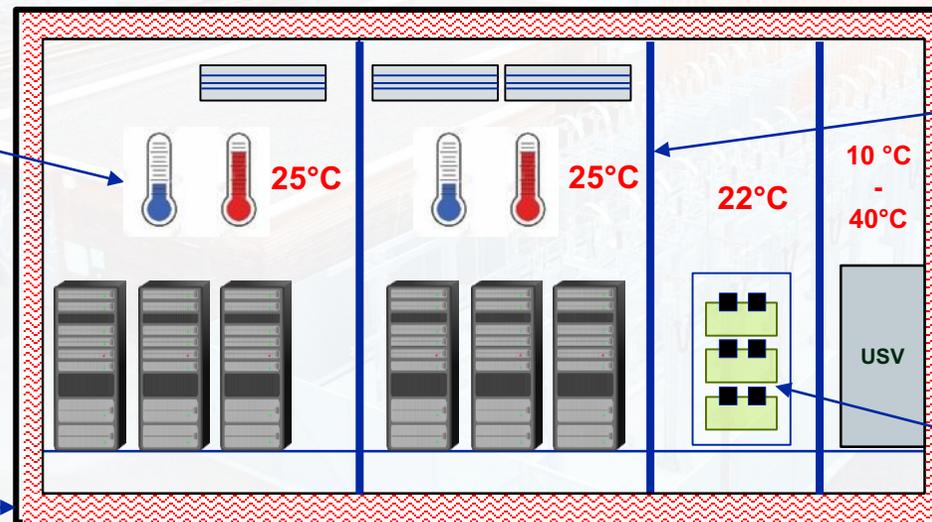


# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung

## Einflussfaktoren auf Energiebedarf

Der Nutzer fordert ein **Raumklima von 25°C** in den TR1 (Stellwerk) und TR2 (Telecom & Haustechnik)

Die Dämmung der **Gebäudehülle** entspricht dem Standard für **beheizte Räume**



Die **Raumabtrennung** zwischen TR1 und TR2 ist mit einer **festen Trennwand** ausgeführt.

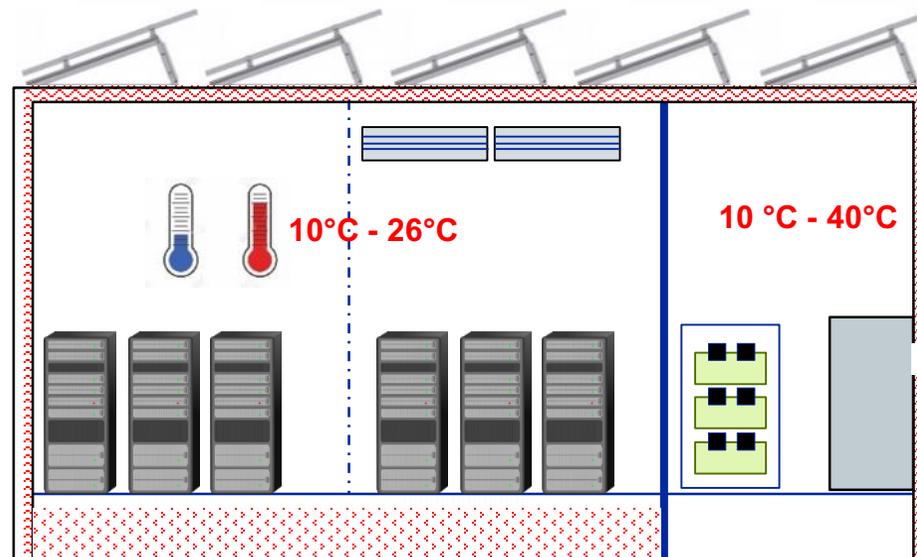
Die **Batterien** benötigen einen **separaten Raum**

# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung

## Neues Betriebs- und Funktionskonzept

Raumklima neu von  
**10°C - 25°C** in den TR1  
(Stellwerk) und TR2  
(Telecom & Haustechnik)

Die schlechte Dämmung  
der **Gebäudehülle**

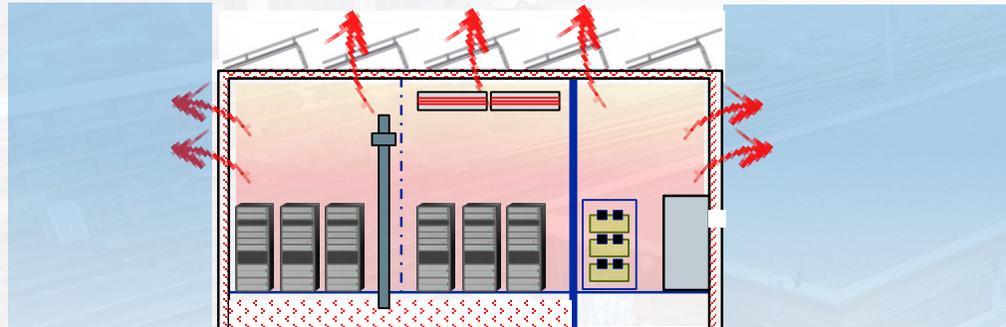


Die **Batterien** und USV  
in einem Raum

# Unser neues Technikgebäude

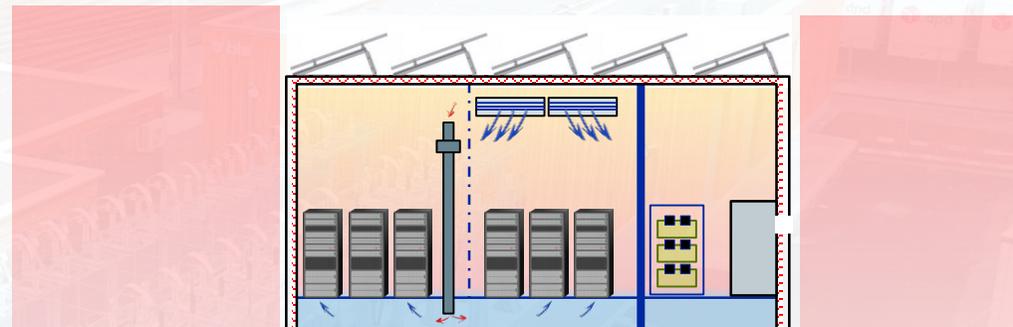
## Winterfall

(die interne Wärme wird über die Transmission der Gebäudehülle abgeführt)



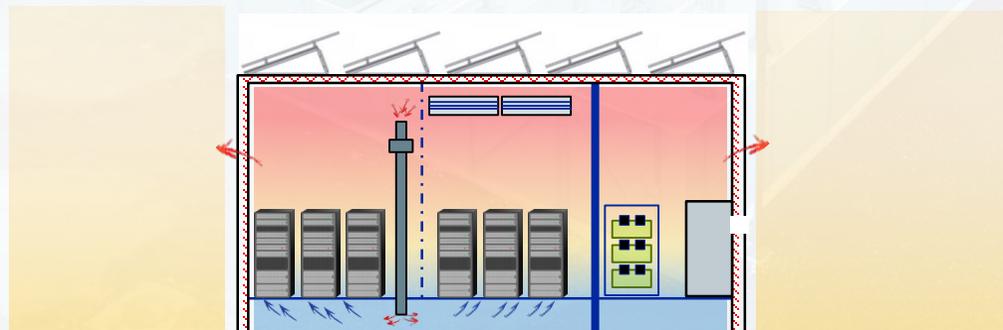
## Sommerfall

(das Raumklima wird über die Klimageräte sichergestellt)



## Frühling/ Herbst

(das Raumklima wird über die Hohlbodenaktivierung sichergestellt)

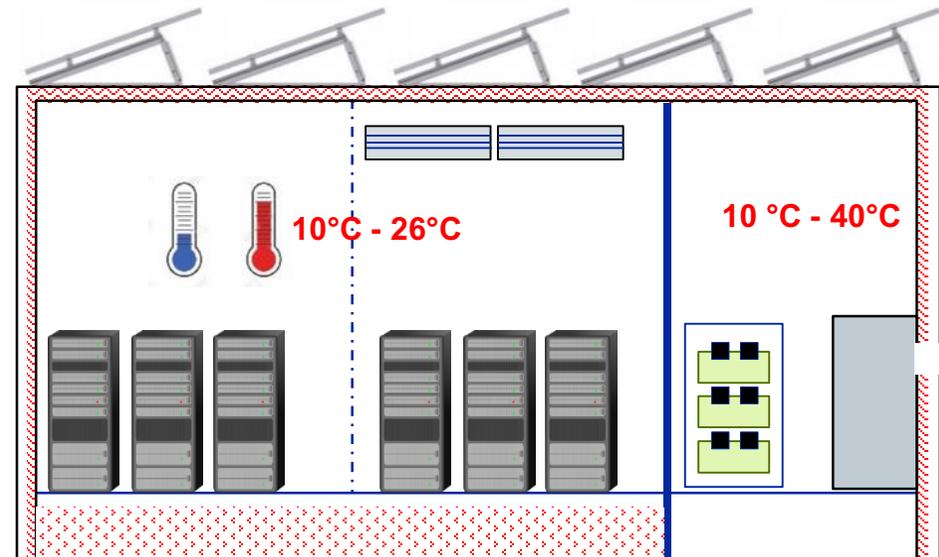


# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung

## Neues Betriebs- und Funktionskonzept

### Winterfall

- Mittels der **Transmissionsverluste** wird im Winter die **interne Wärmelast** über die Gebäudehülle **abgeführt**.
- Die **Dämmung wurde so ausgelegt**, dass im Winter die **Raumtemperatur ohne** zusätzliche Heizenergie **nicht unter 10°C fällt**.
- Wände und Dach werden **minimal gedämmt**, **U-Wert 0.5 W/m<sup>2</sup>K** mit 4-6cm Wärmedämmung.
- Der **Betonboden wird nicht isoliert**, jedoch durch den Hohlboden abgeschirmt.
- Der **Hohlboden** dient im **Winter** als zusätzliche **Wärmedämmung** genutzt.
- **Mittels der Klimageräte** wird sichergestellt, dass die **Raumtemperatur nicht unter 10°C fällt**.
- Bei **Bedarf** kann die **Raumtemperatur** mittels der Klimageräte **manuell auf 20°C gehoben** werden.

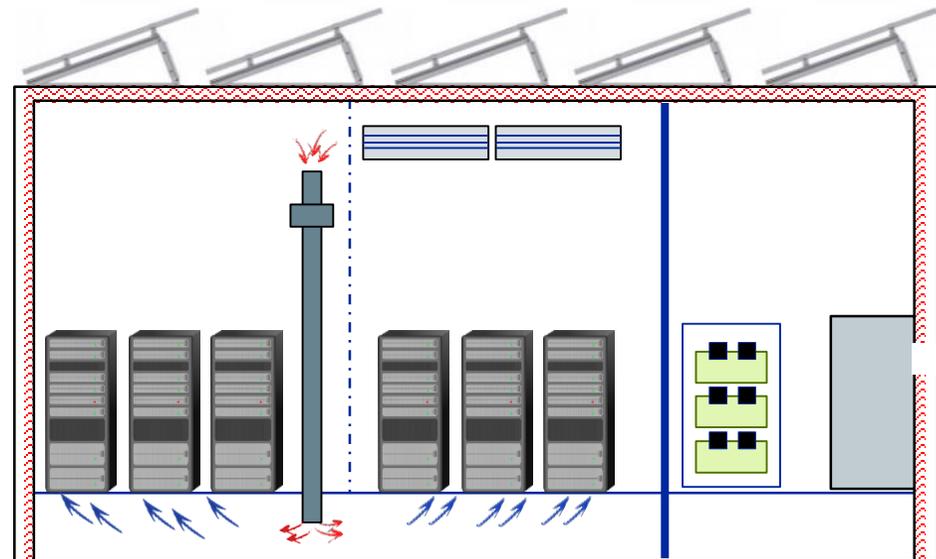


# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung

## Neues Betriebs- und Funktionskonzept

### Sommerfall

- Um die **maximale Raumtemperatur von 26°C** wird mit der **Hohlbodenaktivierung** und der **Klimageräte sichergestellt**.
- Bei **ansteigen der Raumtemperatur** wird die **kühle Luft im Hohlboden** mittels kontrollierter Belüftung **in den Raum geblasen**.
- **Steigt die Raumtemperatur weiter an** wird das **Klimagerät zur Kühlung aktiviert**.
- **Der Energiebedarf** für das Klimagerät wird über die **Photovoltaik-Anlage sichergestellt**.
- **Überschüssige PV-Energie** wird der Bahn- und Haustechnik zur Verfügung gestellt oder in die **Salzbatterie gespeichert**.

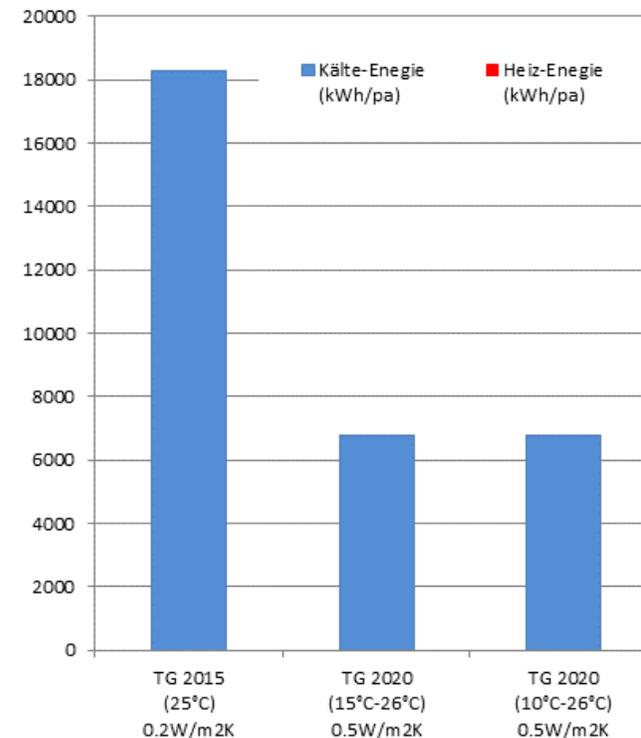


# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung

## Kühl- und Heizenergiebedarf

### Energiebedarf in Abhängigkeit der Dämmung und des Raumklima

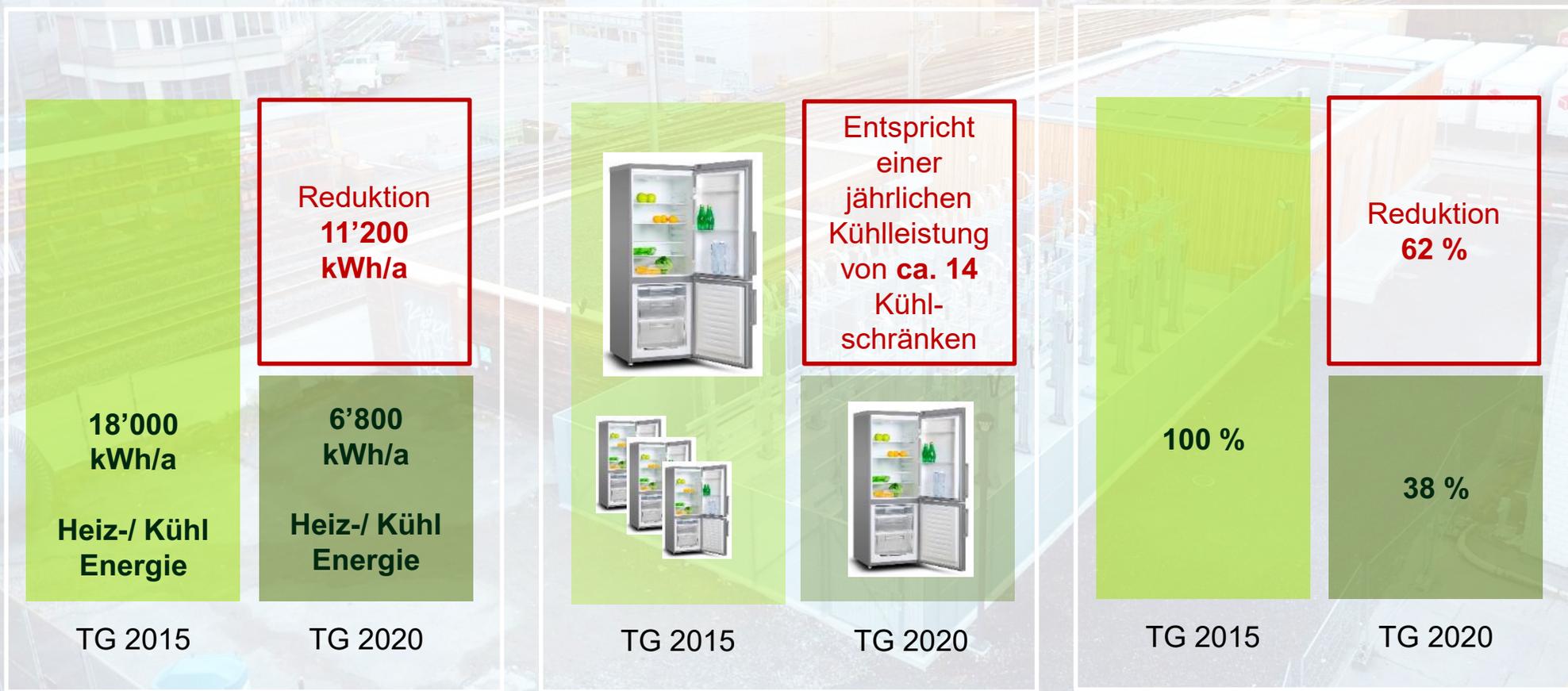
- Der heutige Standard für das *Technikgebäude 2015* benötigt einen jährlichen Energiebedarf von rund 18'000 kWh (Heiz-Kühlenergie) zum sicher stellen der Raumtemperatur.
- Mit dem neuen Konzept *Technikgebäude 2020* wird der Energiebedarf auf rund 6'800 kWh/a reduziert.
- Dank dem Temperaturbereich von 10°C-26°C, kann die Gebäudehülle bauphysikalische optimiert und der Hohlboden aktiv bewirtschaftet werden.



\*Als Basis für die Berechnungen und Resultate wurde das Technikgebäude Menznau genommen.

# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung

## Energiereduktion



# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung

## Impressionen



# Handlungsfeld 2 Photovoltaik



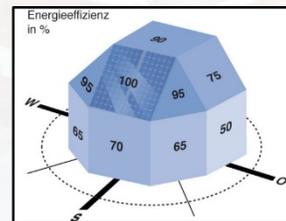
# Handlungsfeld 2 Photovoltaik

## Anforderung an Energiespeicher

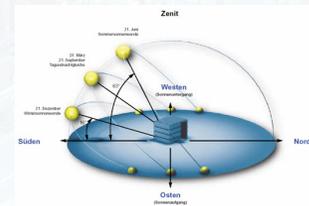
Hoher  
Eigenverbrauch



Objekt und  
Standort geeignet



Solararchitektur  
anwenden



Synergienutzung  
möglich

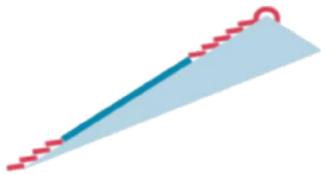


# Handlungsfeld 2 Photovoltaik

## Bauarten von PV-Anlagen

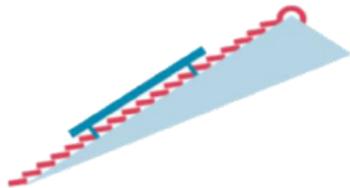
### Schrägdach

Einbau



Süd / Ost-West

Aufbau



Süd / Ost-West

### Flachdach



Süd



Süd / Ost-West

### Fassade

Integration



Anbau

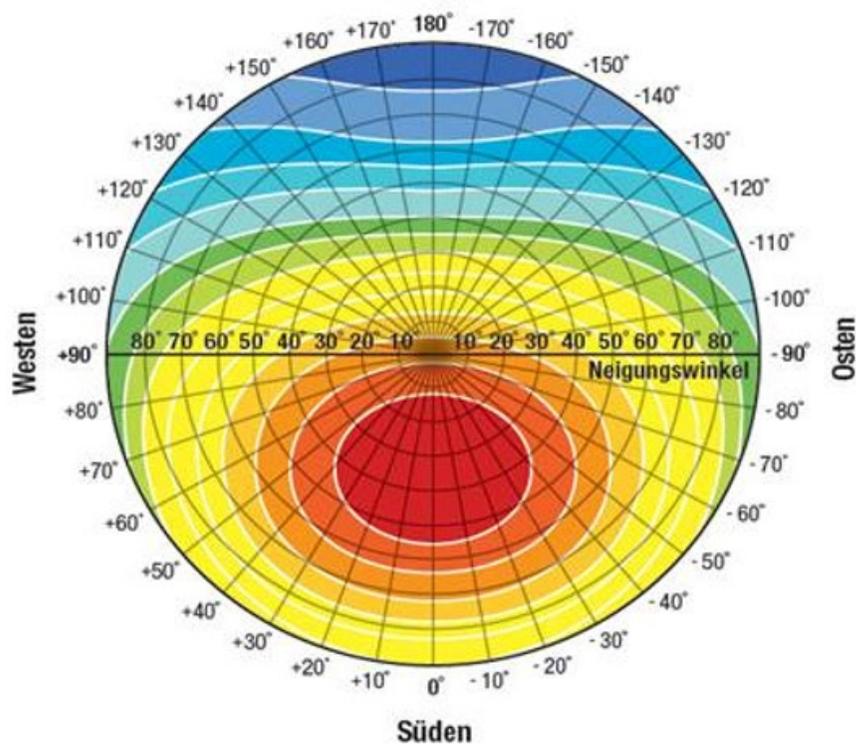


# Handlungsfeld 2 Photovoltaik

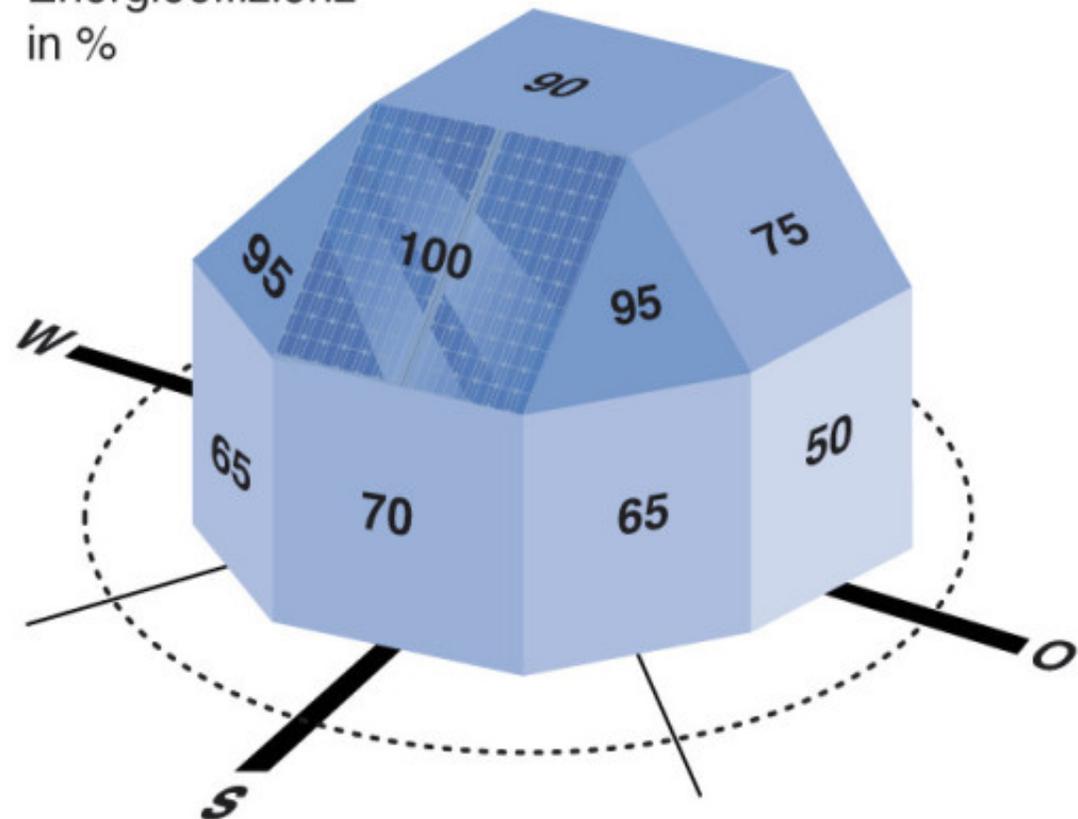
## Solar-Architektur

Einstrahlungsscheibe Sonnenergie

Norden



Energieeffizienz in %

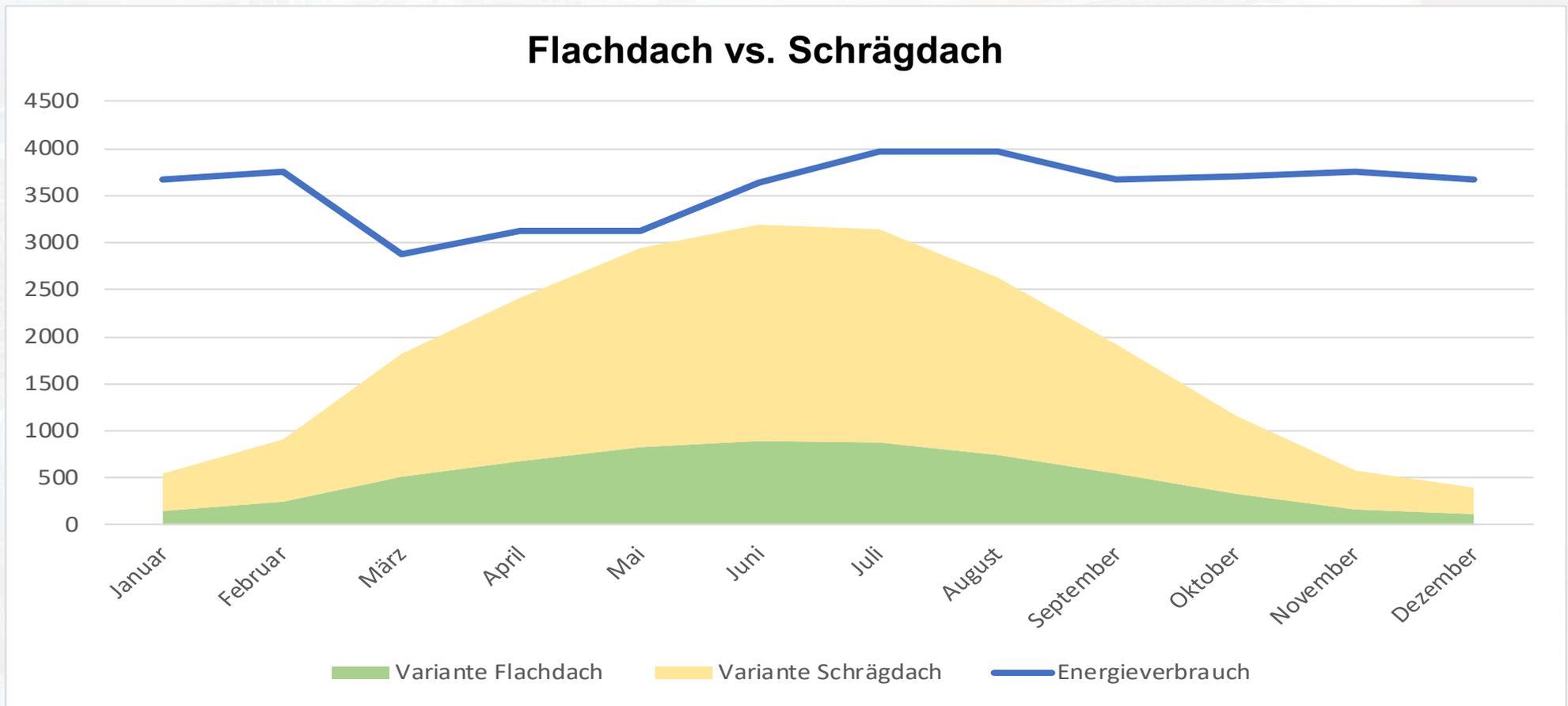




# Handlungsfeld 2 Photovoltaik

## Technikgebäude Biberist «Varianten Vergleich»

### Flachdach vs. Schrägdach

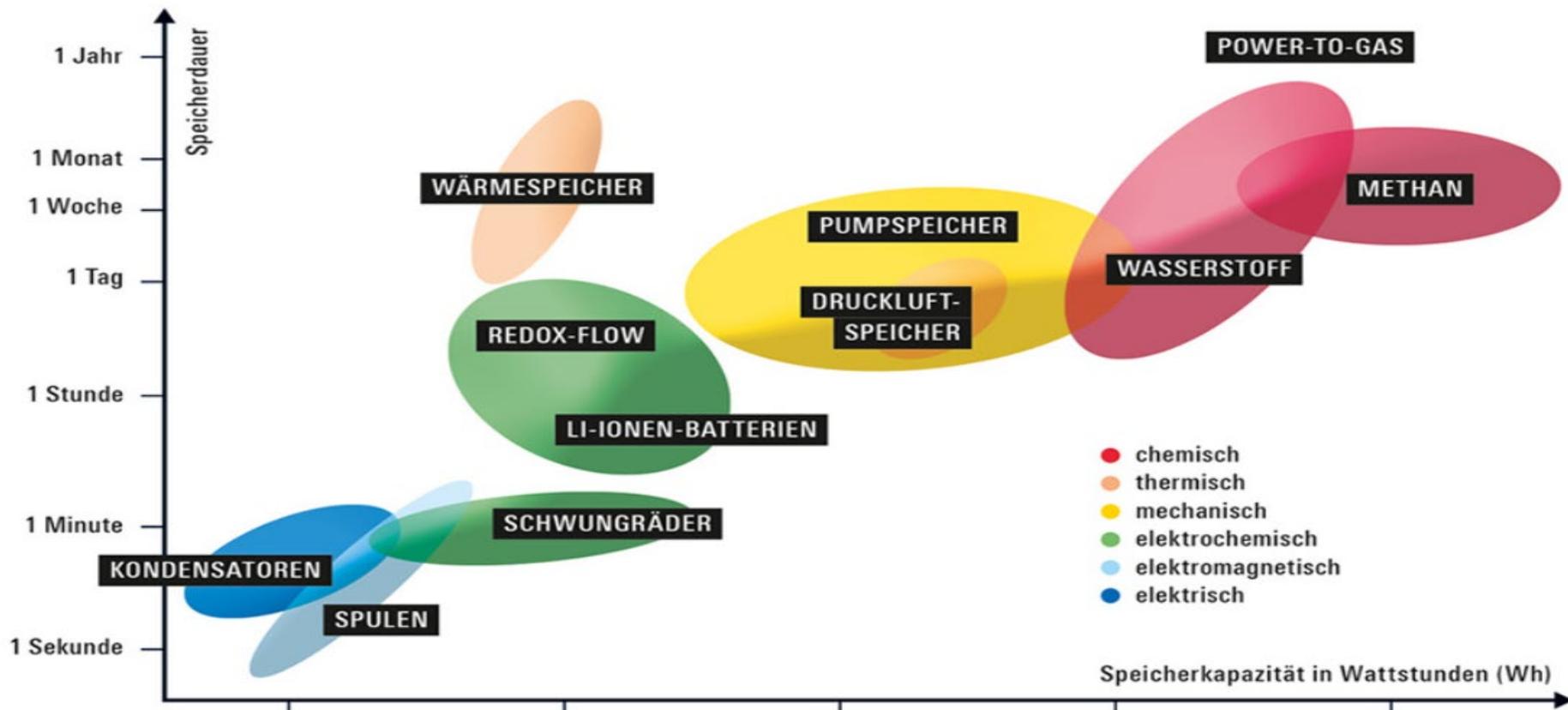


# Handlungsfeld 2 Energiespeicher



# Handlungsfeld 2 Energiespeicher

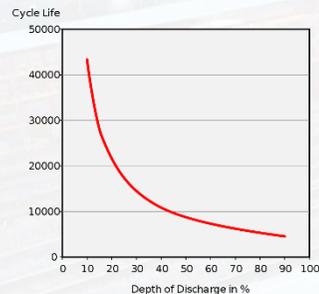
## Vergleich von Speichersysteme



# Handlungsfeld 2 Energiespeicher

## Anforderung an Energiespeicher

Hohe Anzahl **Lade- und Entladezyklen**



**Nachhaltig** bei Rohstoffgewinnung und Recycling



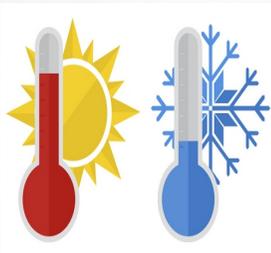
**Keine Gefahren** z.B. Brand oder Knallgasbildung



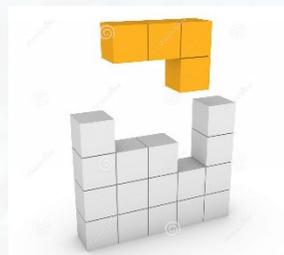
**Monitoring und Überwachung** in Echtzeit



**Temperatur-resistent**



geringer **Platzbedarf**

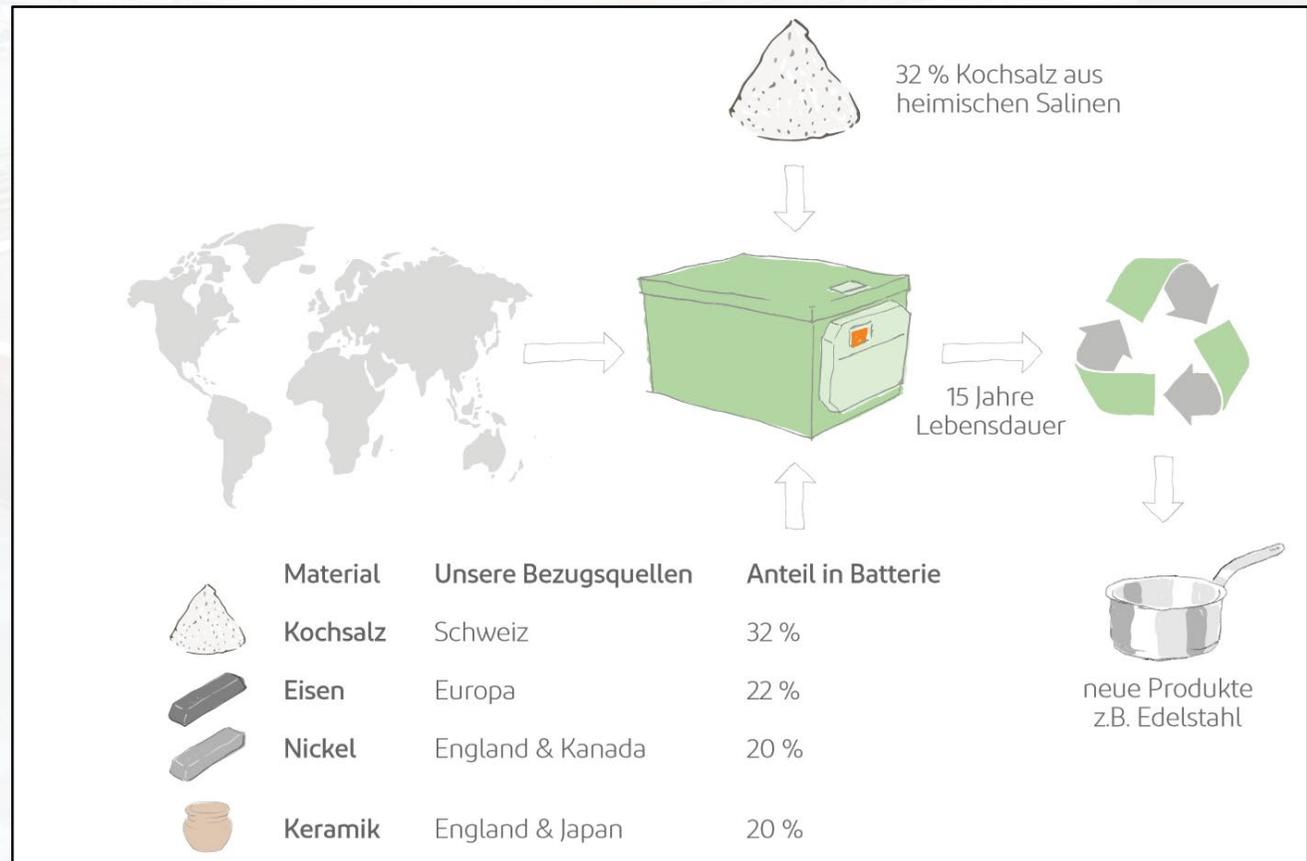


**Wirtschaftlich**



# Handlungsfeld 2 Energiespeicher

## Salz-Nickel Batterie (Firma Innovenergy)



# Handlungsfeld 2 Energiespeicher

## Salzwasser Batterie (Firma GreenRock)



### Aufbau Salzwasser Batterie



#### Edelstahl

Edelstahl Stromkollektor



#### Basis-Oxid

Manganoxid Kathode



#### Baumwolle

Synthetischer Baumwollseparator



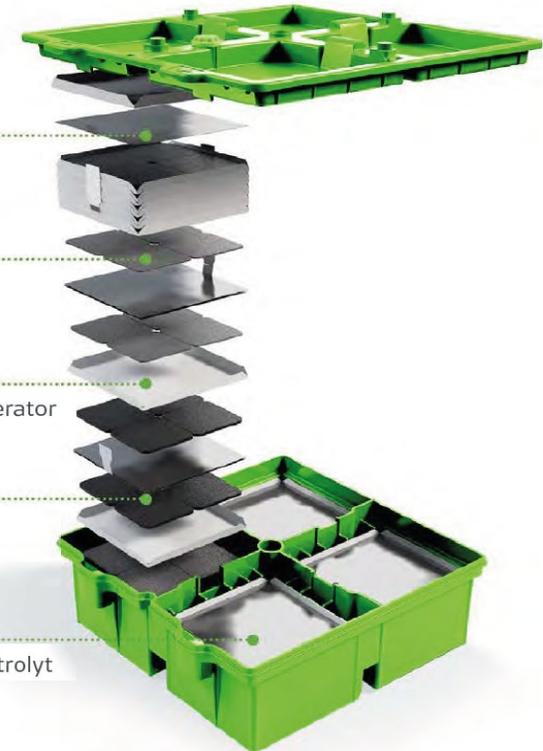
#### Kohlenstoff

Kohlenstoff-Titan-Phosphat  
Anode



#### Salzwasser

Alkali-Ionen Salzwasser Elektrolyt



# Handlungsfeld 2 Energiespeicher

## Nickel-Eisen Batterie (Firma Nilar)



Nickel – Eisen mit Laugenwasser

# Handlungsfeld 2 Energiespeicher

## Lithium-Ionen



Eine **Lithium-Ionen**-Zelle besteht aus einer Grafit-Elektrode (negativ) und einer **Lithium**-Metalloxyd-Elektrode (positiv). Das **Lithium**-Metalloxyd kann variable Anteile an Nickel, Mangan und Kobalt haben

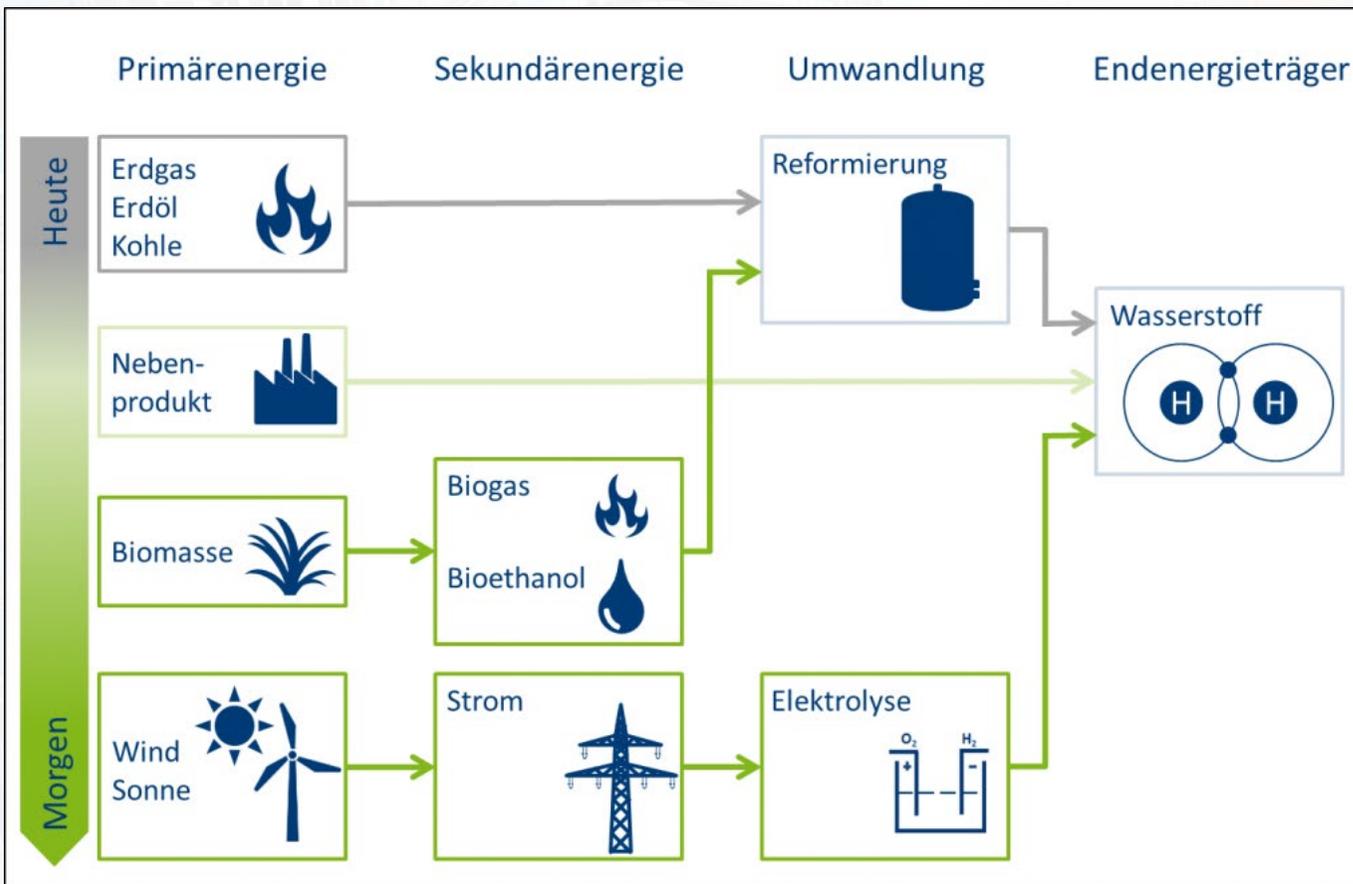
# Handlungsfeld 2 Energiespeicher

## Qualitative Bewertung elektrochemischen Energiespeicher

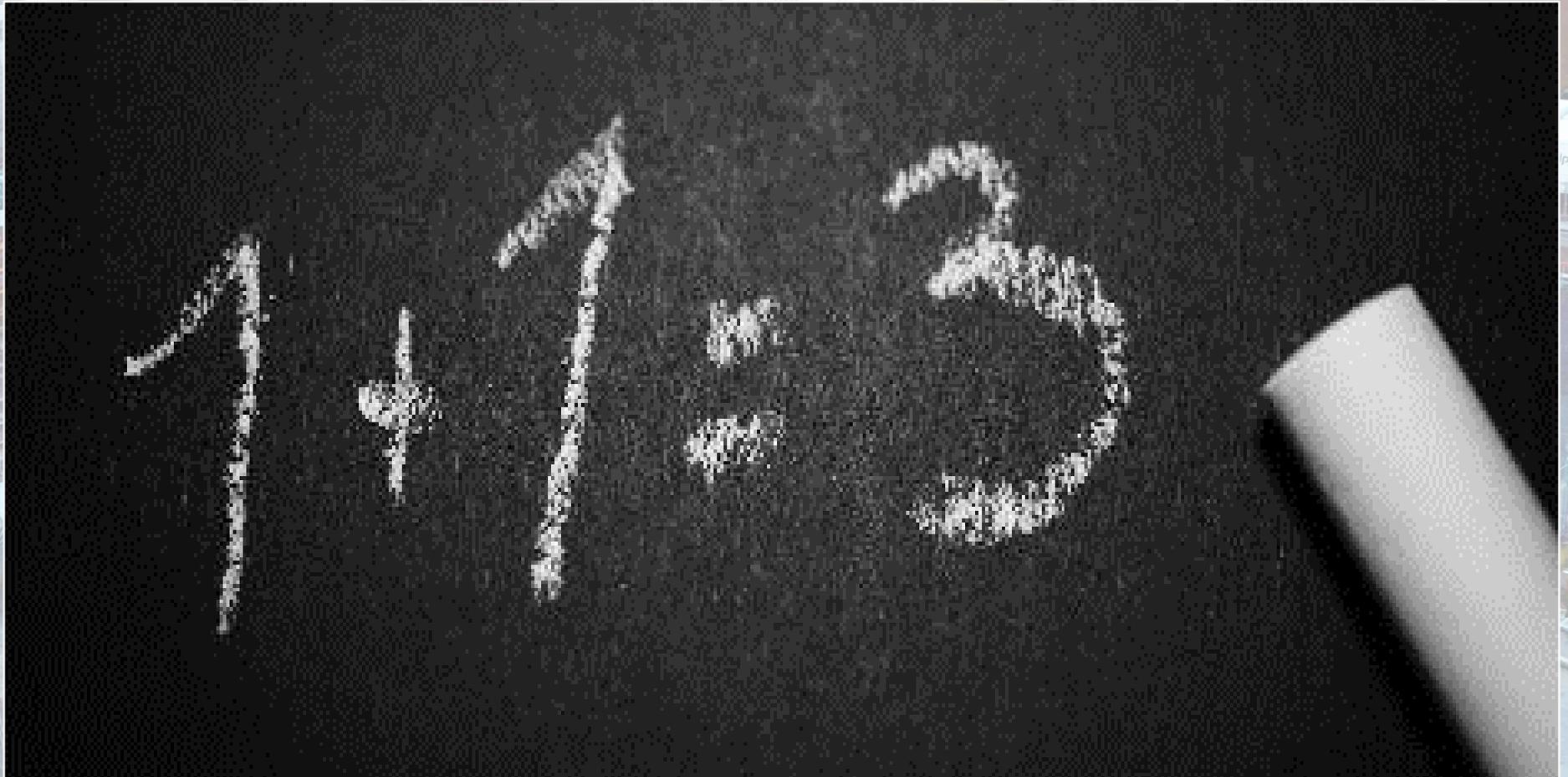
	Lade- und Entladezyklen	Nachhaltig Ökologie	Gefahren	Temperatur-resistent	Platzbedarf	Wirkungsgrad
Salz-Nickel Batterie						
Salzwasser Batterie						?
Nickel-Eisen Batterie						
Lithium-Ionen Batterie						
Blei-Batterie						?

# Handlungsfeld 2 Energiespeicher

## «Power to Gas» Wasserstoff aus erneuerbarer Energie



# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen



# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

## Synergie Potential

### PV-Anlagen

- Doppelnutzung; Photovoltaik als **Dach- oder Fassadenhaut** einsetzen
- **Solararchitektur** betreiben (alle Flächen prüfen und nutzen)
- **Hoher Eigenbedarf schaffen z.B. Power to Gas / Power to Heat**  
Speicherung in Druckluft / Prozesswärme / E-Mobilität Firmen- oder Mitarbeiterauto/  
Wasserstoff/ Staplerladestationen

### Energiespeicher

- Eine Batterie für **zwei Nutzungen**
- **Optimierung von Ortsnetzeinspeisungen** (Energiespitzen/ Anschlussleistungen reduzieren)
- Hoher **Energiebedarf** in der Nacht abdecken (24h Bandlast)

## Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

Beispiel-> Eine Batterie für **zwei Nutzungen**

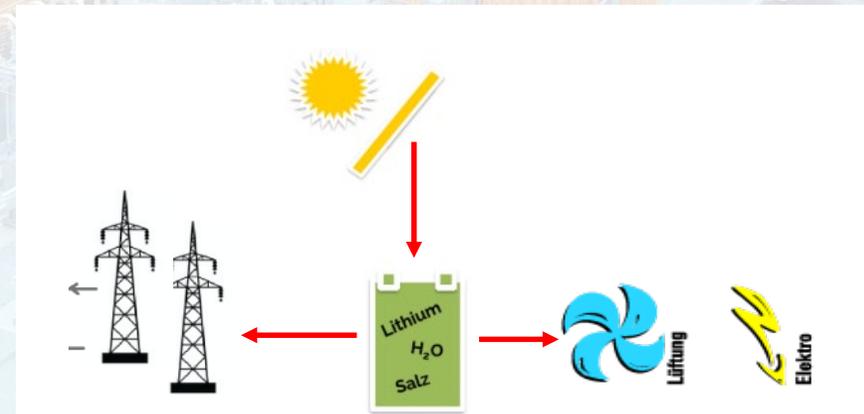
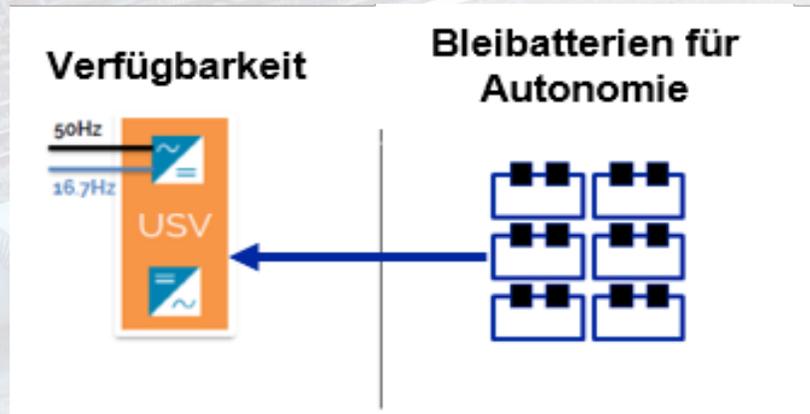
**«Die Bleiakkumulatoren zur Sicherstellung der Anlageverfügbarkeit des Stellwerks, sind umweltbelastend, platzintensiv und haben nur einen Verwendungszweck!»**

# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

Beispiel-> Eine Batterie für zwei Nutzungen

**Heutiger Standard**  
Betriebs- und Funktionskonzept  
der USV-Anlagen

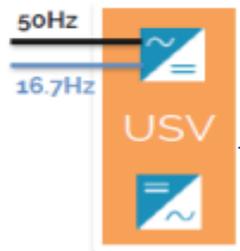
**Unabhängiges System**  
Betriebs und Funktionskonzept  
Photovoltaik-Anlage



# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

## Beispiel-> Eine Batterie für zwei Nutzungen

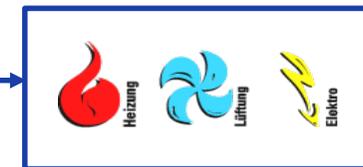
Die **Verfügbarkeit** der **Notstromberechtigten Bezüger** wird über den **unabhängigen Energiespeicher** sichergestellt



Ein **Energiespeicher für alles**. Der **unabhängige Energiespeicher** bewirtschaftet die **überschüssige Energie** aus der PV-Anlage



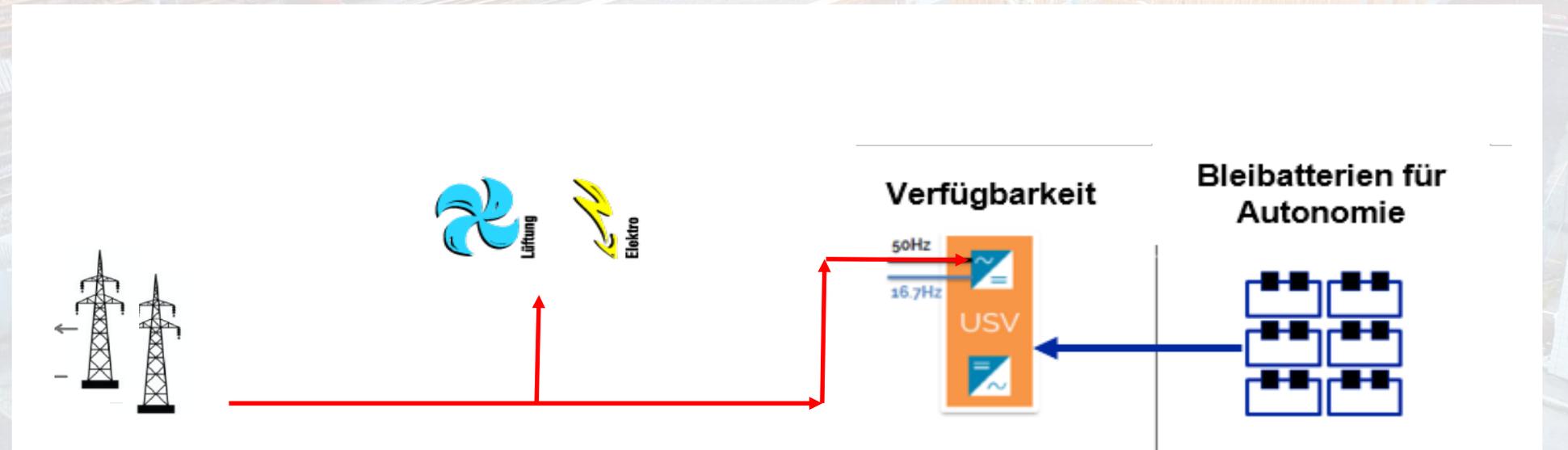
Die **Niederspannungsanlagen** im **Technikgebäude** und auf dem **Perron** werden ab **der PV-Anlage, unabhängiger Energiespeicher** versorgt



# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

Beispiel-> Eine Batterie für zwei Nutzungen

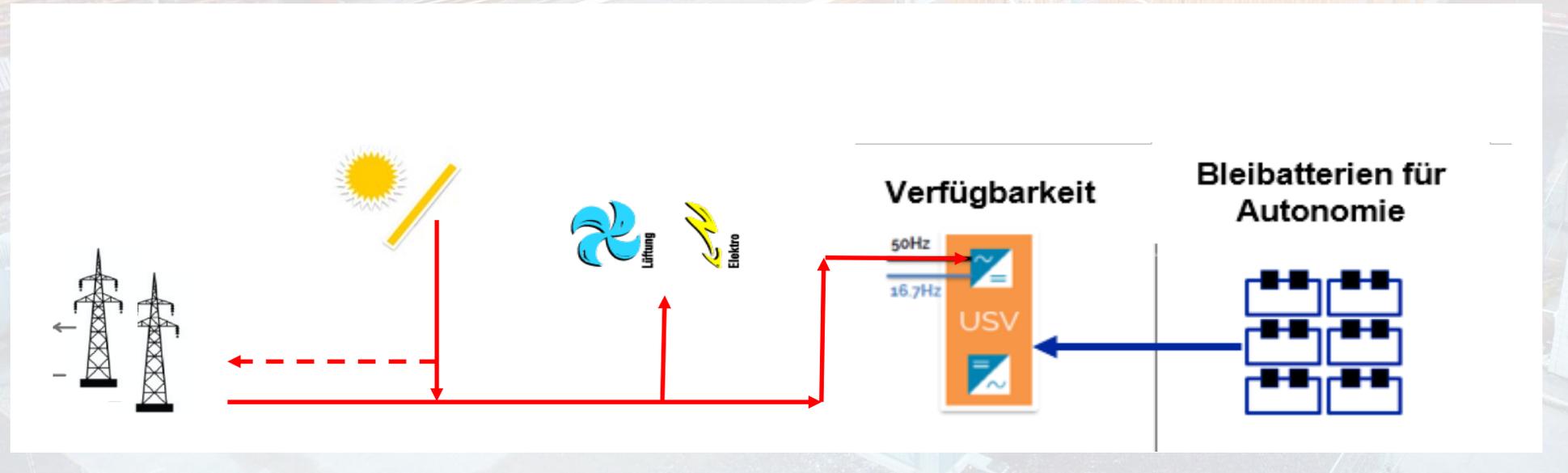
Variante 1



# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

Beispiel-> Eine Batterie für zwei Nutzungen

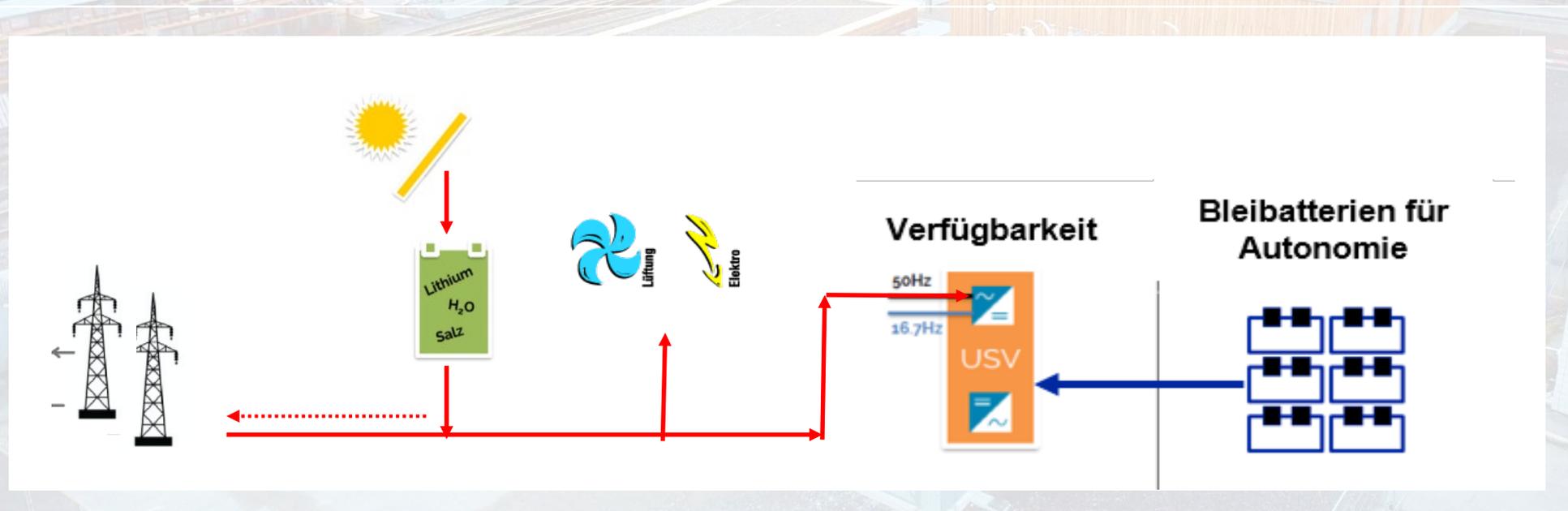
Variante 2



# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

Beispiel-> Eine Batterie für zwei Nutzungen

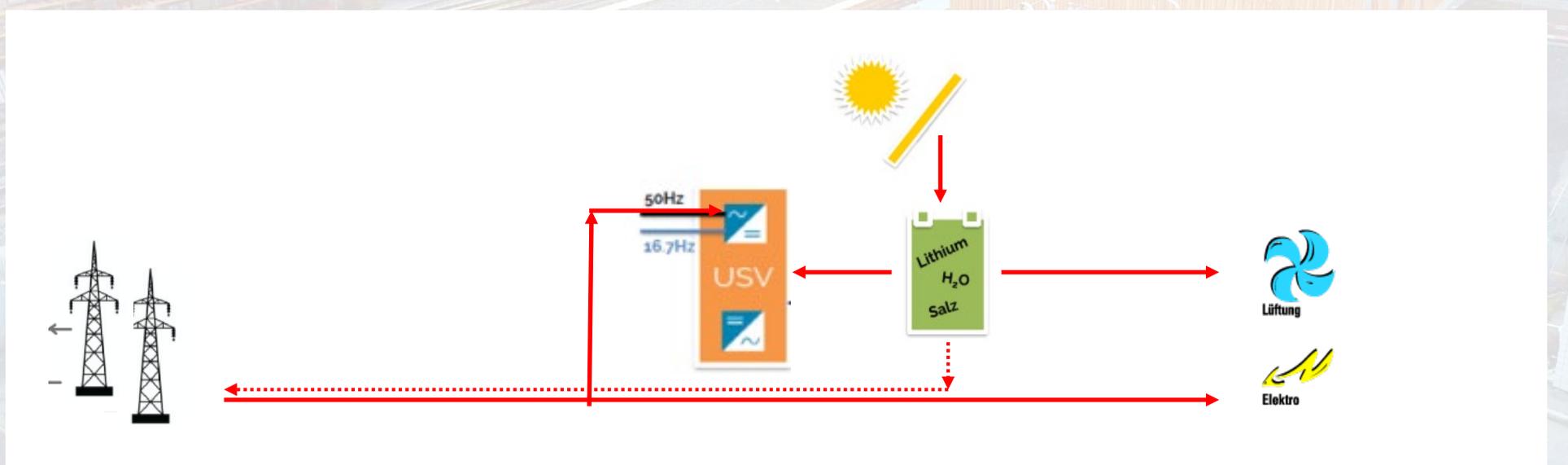
Variante 3



# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

Beispiel-> Eine Batterie für zwei Nutzungen

Variante 4

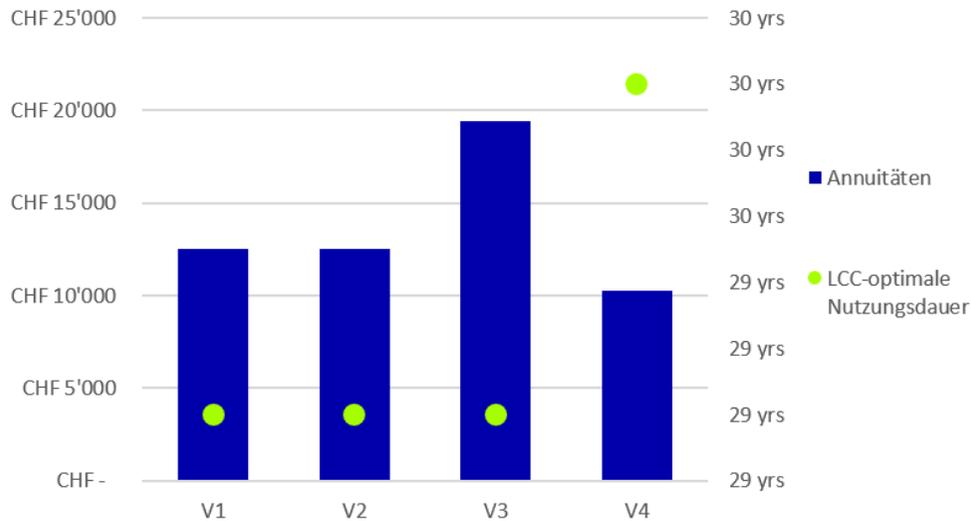


# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

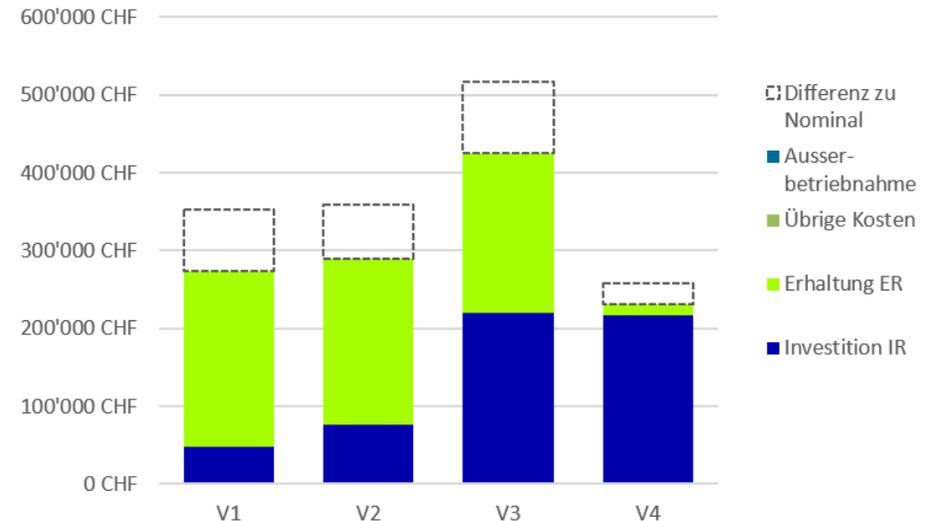
## Beispiel-> Eine Batterie für zwei Nutzungen

### LCC Betrachtung der vier Varianten mit einer Nutzungsdauer von 30 Jahre

Annuitäten für die optimale Lebensdauer



Gesamtkostenplit real bei optimaler Lebensdauer (ohne Erlöse)

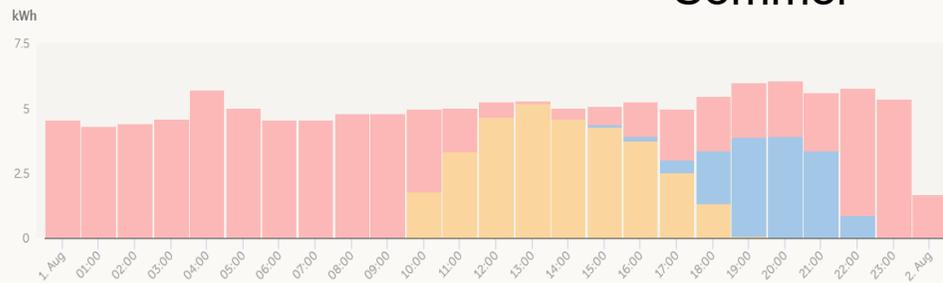


# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

## Beispiel-> Eine Batterie für zwei Nutzungen

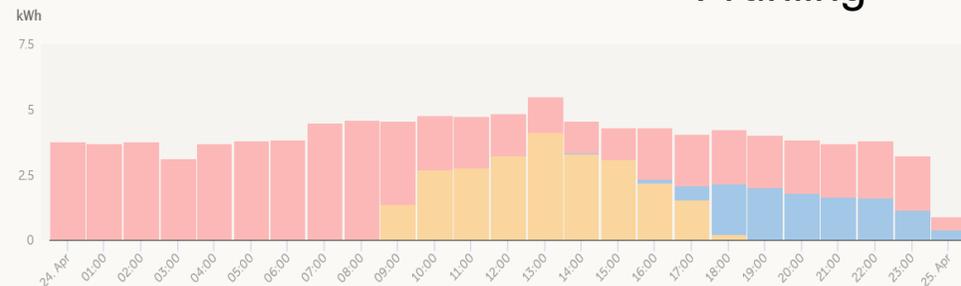
■ Aus dem Netz 
 ■ Vom Aggregat 
 ■ Von der Batterie 
 ■ Von der Solaranlage

### Sommer



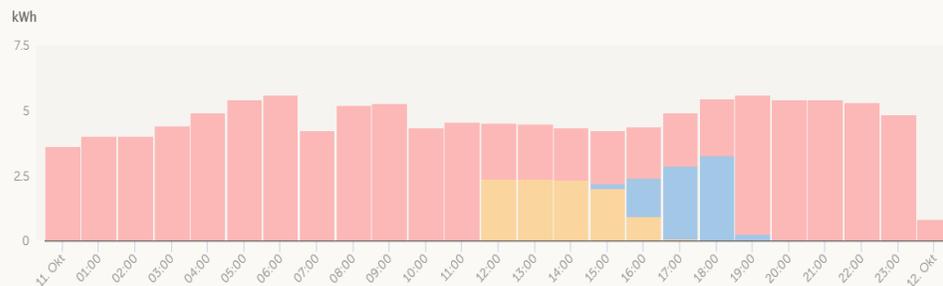
■ Aus dem Netz 
 ■ Vom Aggregat 
 ■ Von der Batterie 
 ■ Von der Solaranlage

### Frühling



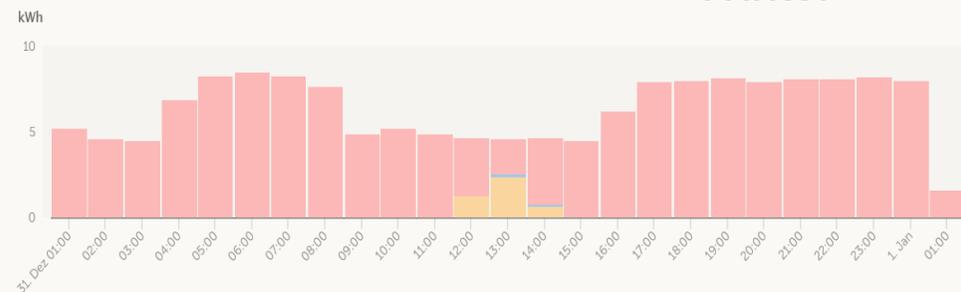
■ Aus dem Netz 
 ■ Vom Aggregat 
 ■ Von der Batterie 
 ■ Von der Solaranlage

### Herbst



■ Aus dem Netz 
 ■ Vom Aggregat 
 ■ Von der Batterie 
 ■ Von der Solaranlage

### Winter



# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

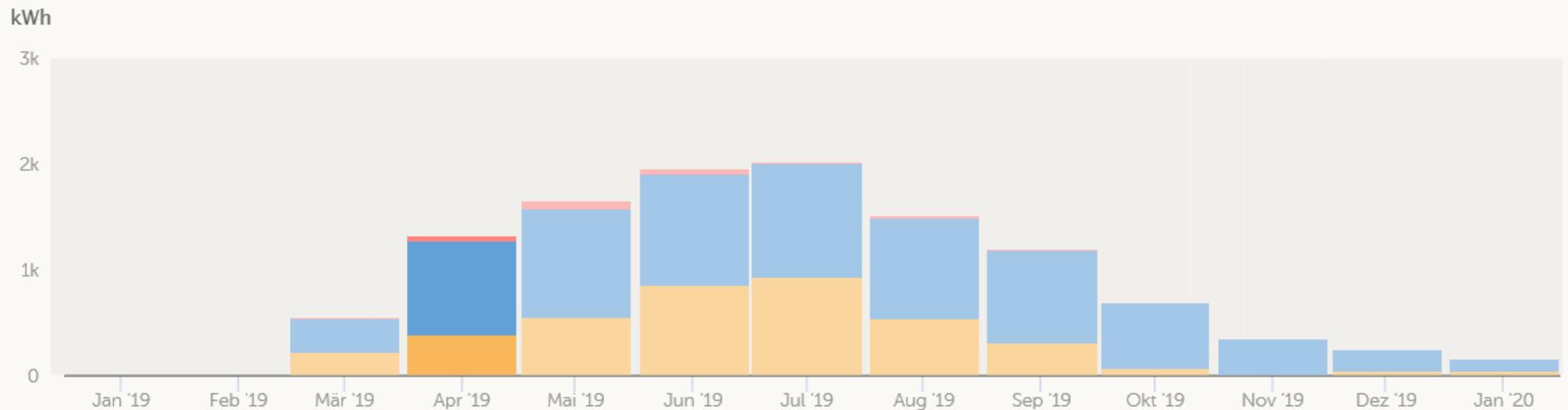
## Beispiel-> Eine Batterie für zwei Nutzungen

SaliTrust54+\_BLS\_Menznau\_LU

Solar

Letztes Update: vor einer Minute, status OK

Zum Netz
 Zur Batterie
 Direktverbrauch



# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

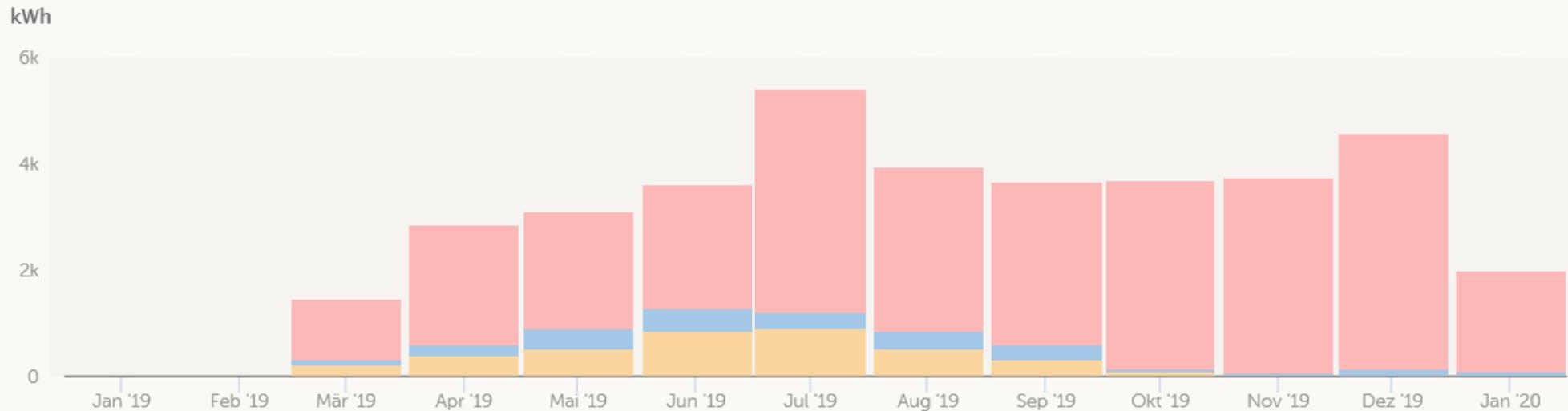
Beispiel-> Eine Batterie für **zwei Nutzungen**

SaliTrust54+\_BLS\_Menznau\_LU

Verbrauch

Letztes Update: vor einer Minute, status OK

 Aus dem Netz
 Vom Aggregat
 Von der Batterie
 Von der Solaranlage



# Handlungsfeld 3 Synergien-Nutzen

Beispiel-> Eine Batterie für zwei Nutzungen

**PV-Anlage 14.5 kWp  
48 Module à 305W**



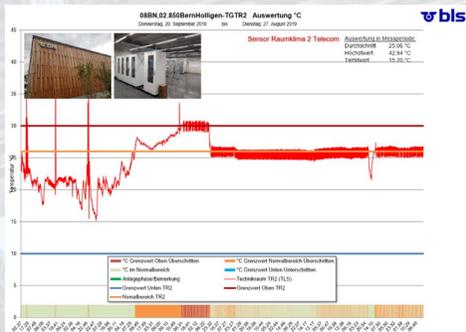
**Salzbatterie-Leistung  
6 x 9.5 kW = 57kW**



# Fazit

## Aktuelle Arbeitsfelder

**Monitoring**  
Überwachung und  
Optimierung der Anlagen



**Technikgebäude 2020**  
standardisieren und bei  
weiteren TG anwenden



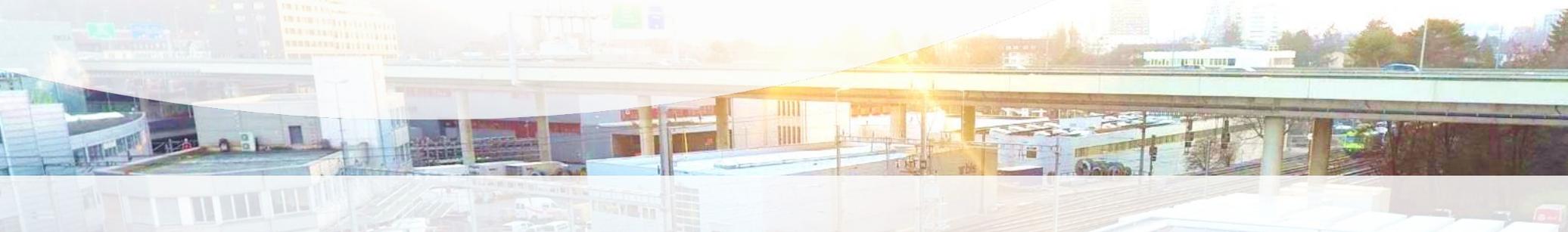
**Weiterentwicklung** und  
Kostenoptimierung der  
Anlagen und Technologien



**Compliance sicherstellen**  
Beschaffung (Boeb/Voeb)  
Umgang mit PV-Anlagen



# Fragen und Diskussion



# Back Up



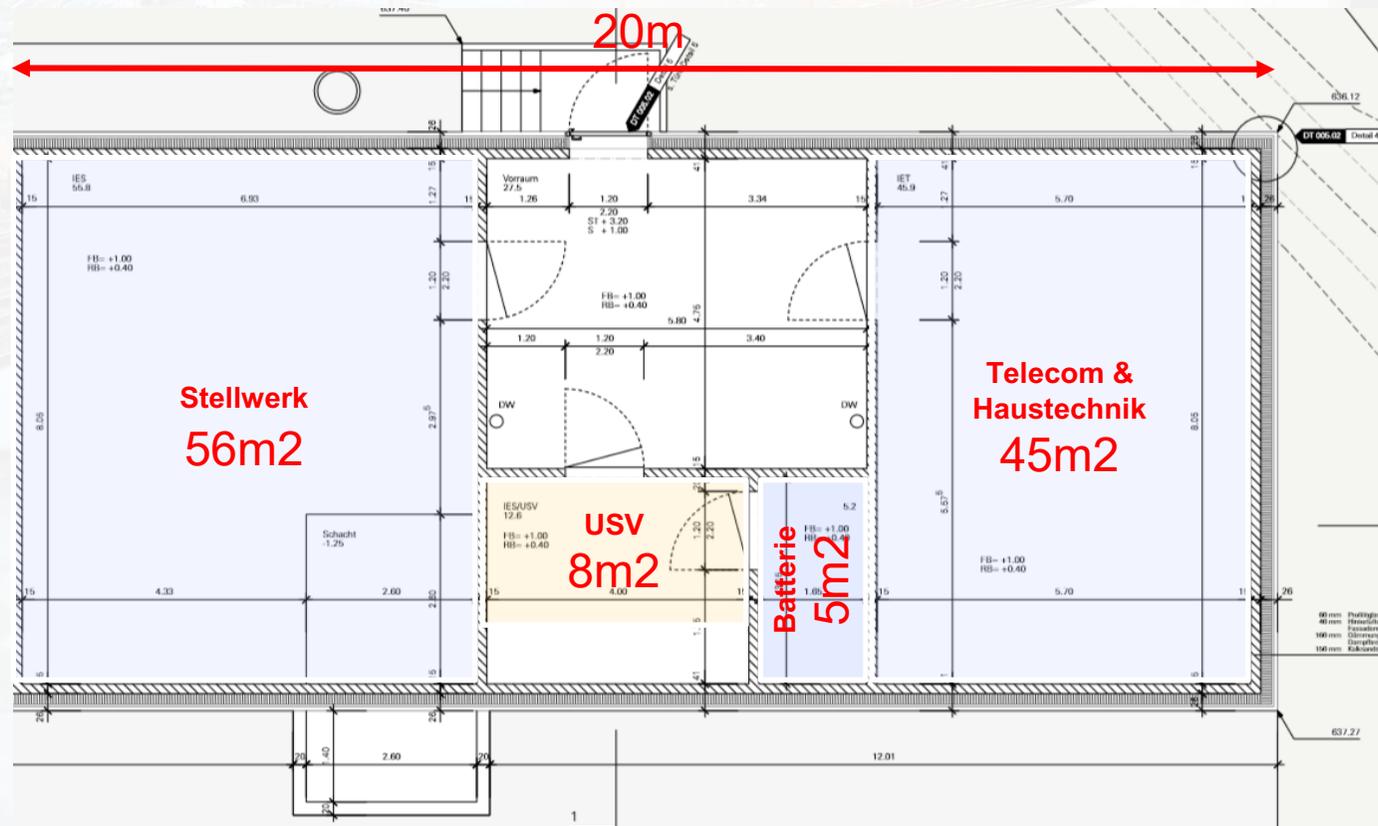


# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung

## Grundriss Technikgebäude mit TR1 und TR2

180 m<sup>2</sup>

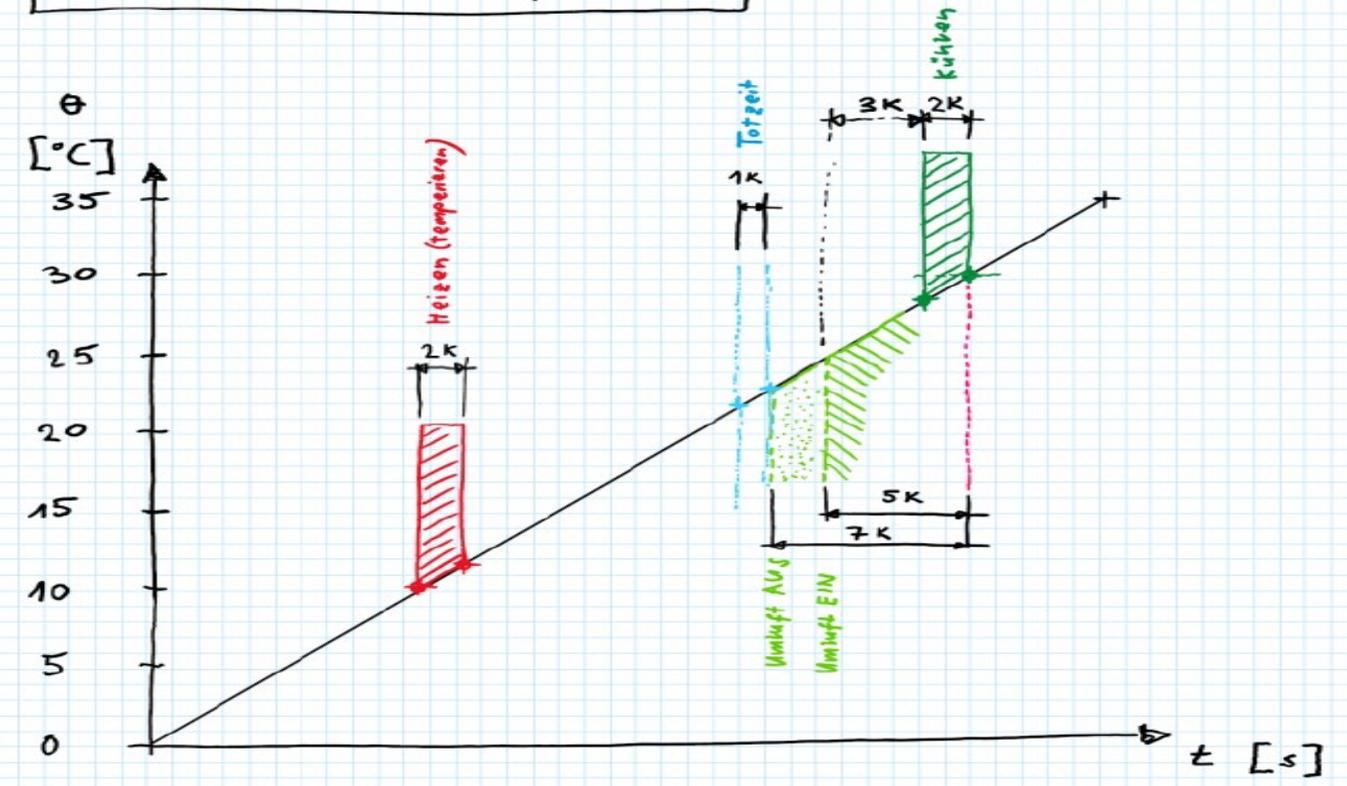
9m



# Handlungsfeld 2 Energieoptimierung

## Regulierung

Skizze Raumtemperatur



# Fazit

## Mehr- Minderkosten / LCC-Betrachtung

Investition/ Betrieb-Unterhalt	Kosten-entwicklung
<b>Investition Gebäude</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Isolierung der Bodenplatte entfällt</li> <li>- Wand und Deckenaufbau einfacher</li> <li>- Innenraumtrennung TR1 zu TR2</li> <li>- Volumen- und Flächenreduktion</li> </ul>	
<b>Investition Haustechnik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zwei anstatt drei Klimageräte</li> <li>+ Umluft-Anlage für Hohlbodenaktivierung</li> <li>+ Photovoltaik</li> <li>+ Salzbatteie (Energiespeicher)</li> </ul>	
<b>Betrieb/ Unterhalt Haustechnik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiebedarf Heizen Kühlen</li> <li>- Ertrag PV-Anlage</li> <li>- Erneuerung Batterie</li> <li>+ Unterhalt PV-Anlage</li> </ul>	

- Mehrkosten  
+ Minderkosten

