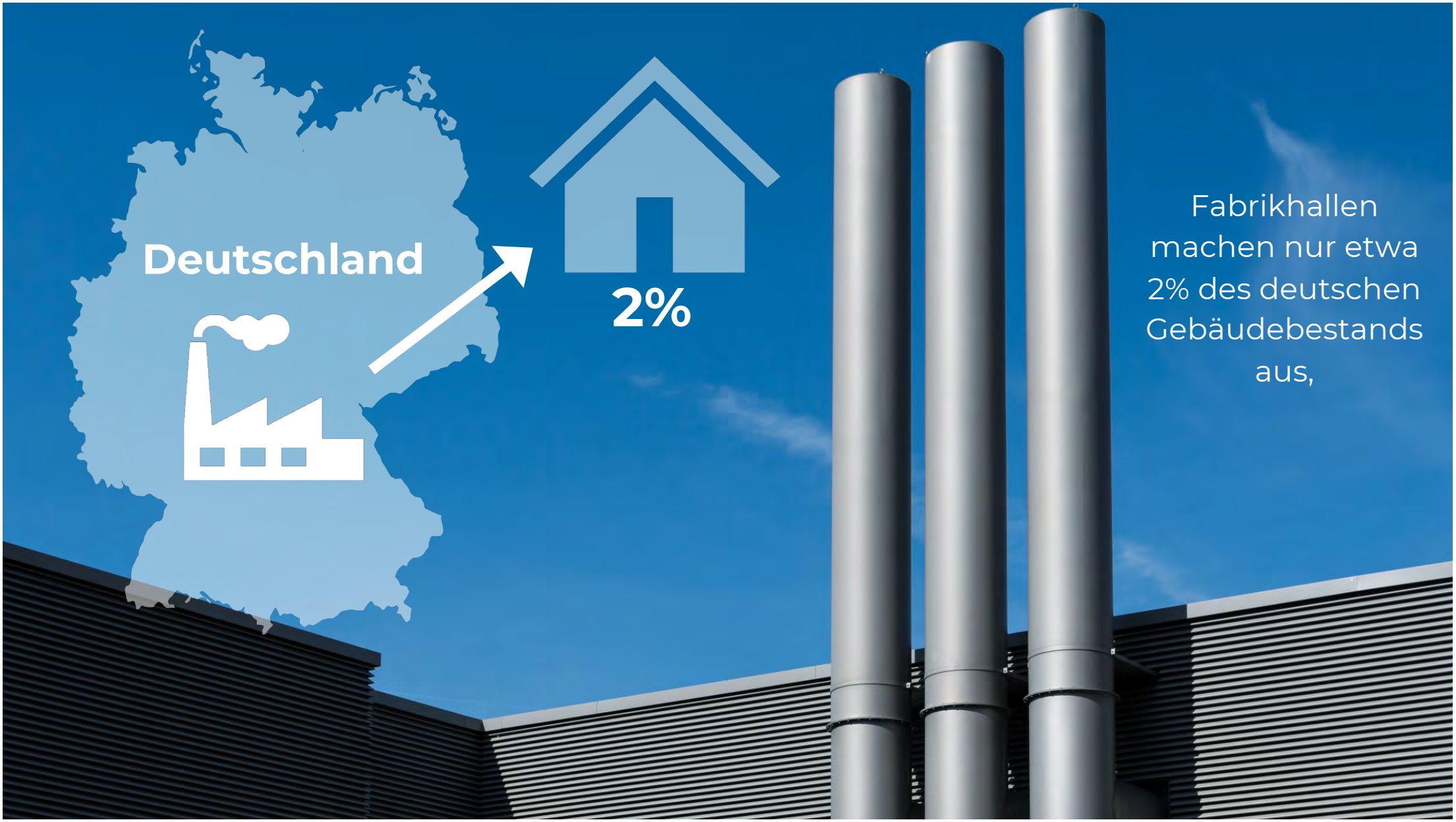
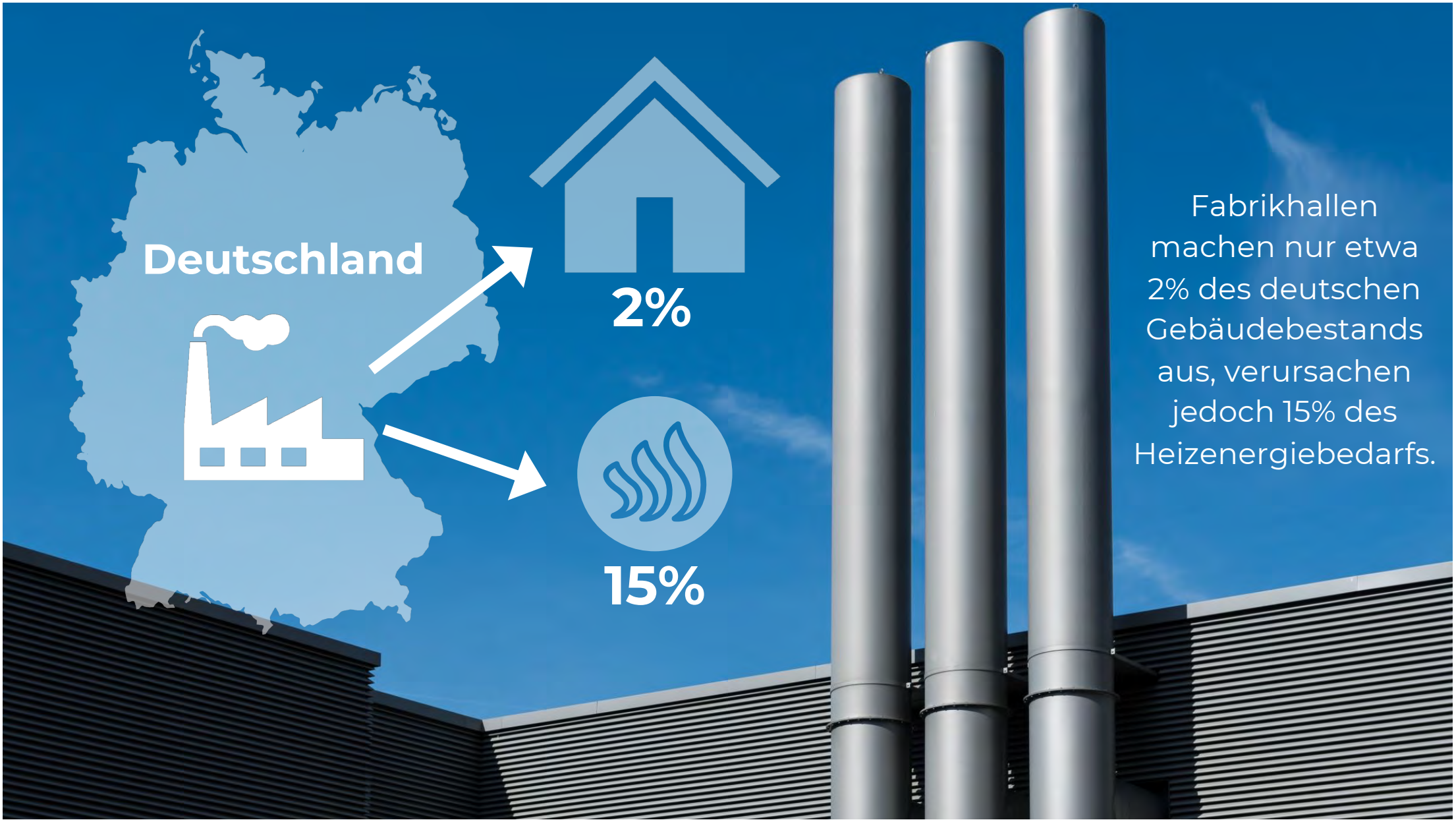
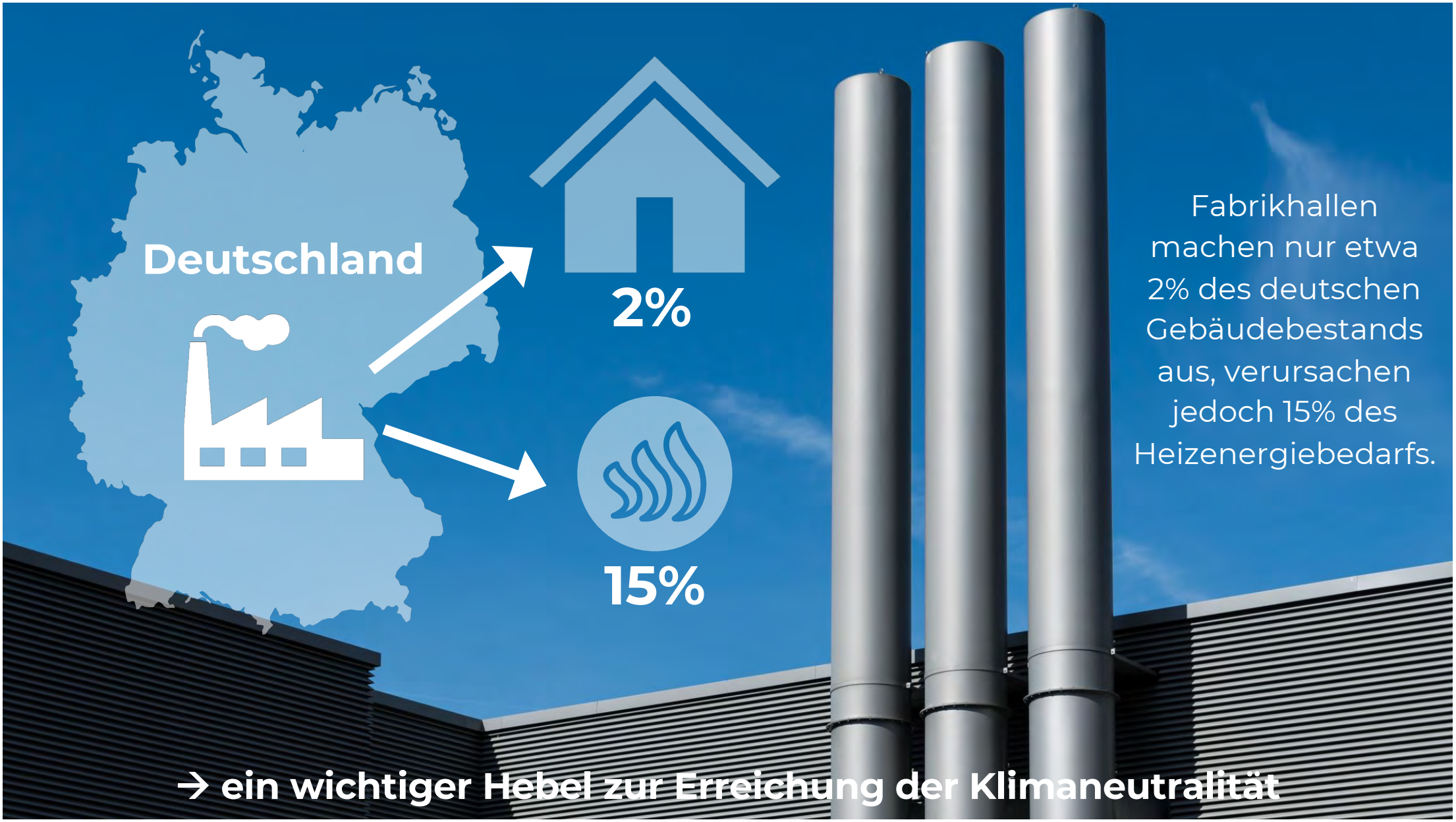
# Digitale Zwillinge industrieller Infrarotheizsysteme

**Thomas Schmeyer,** Boris Brandherm

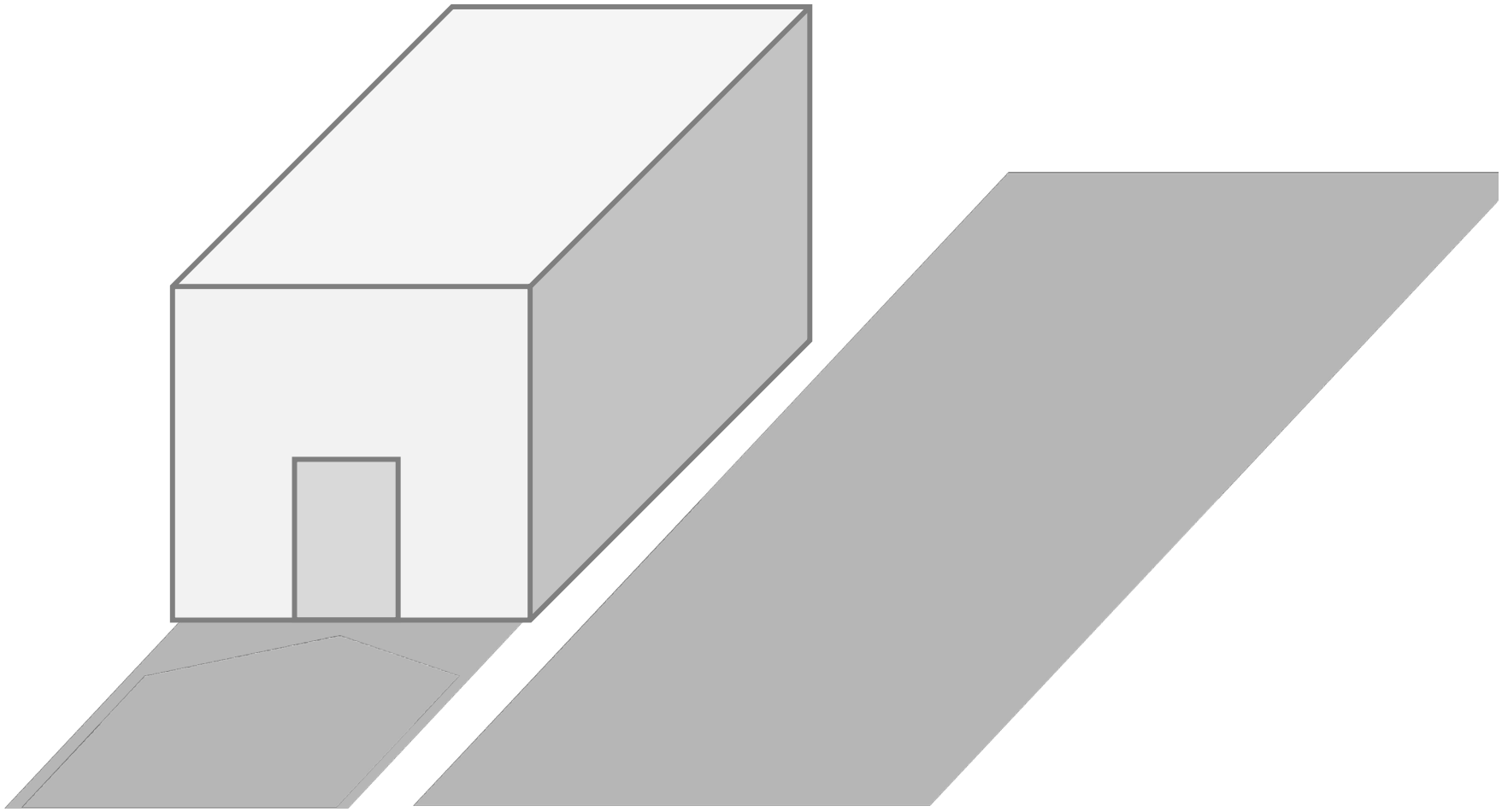

Deutschland


Deutschland
2%
Fabrikhallen machen nur etwa 2% des deutschen Gebäudebestands aus,


Deutschland
2%
15%
Fabrikhallen machen nur etwa 2% des deutschen Gebäudebestands aus, verursachen jedoch 15% des Heizenergiebedarfs.

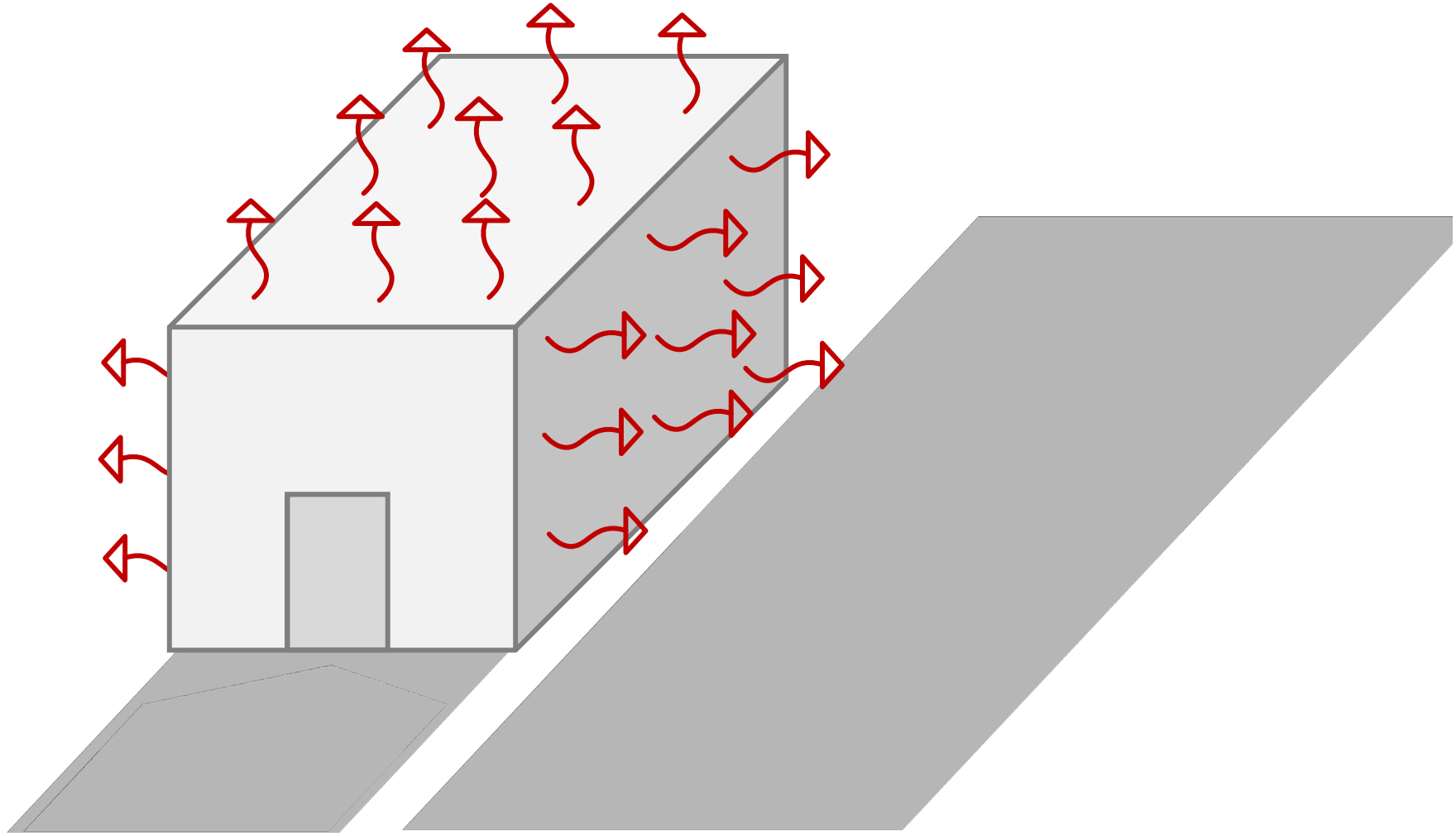

Deutschland
2%
15%
Fabrikhallen machen nur etwa 2% des deutschen Gebäudebestands aus, verursachen jedoch 15% des Heizenergiebedarfs.
→ ein wichtiger Hebel zur Erreichung der Klimaneutralität

# Ansatz



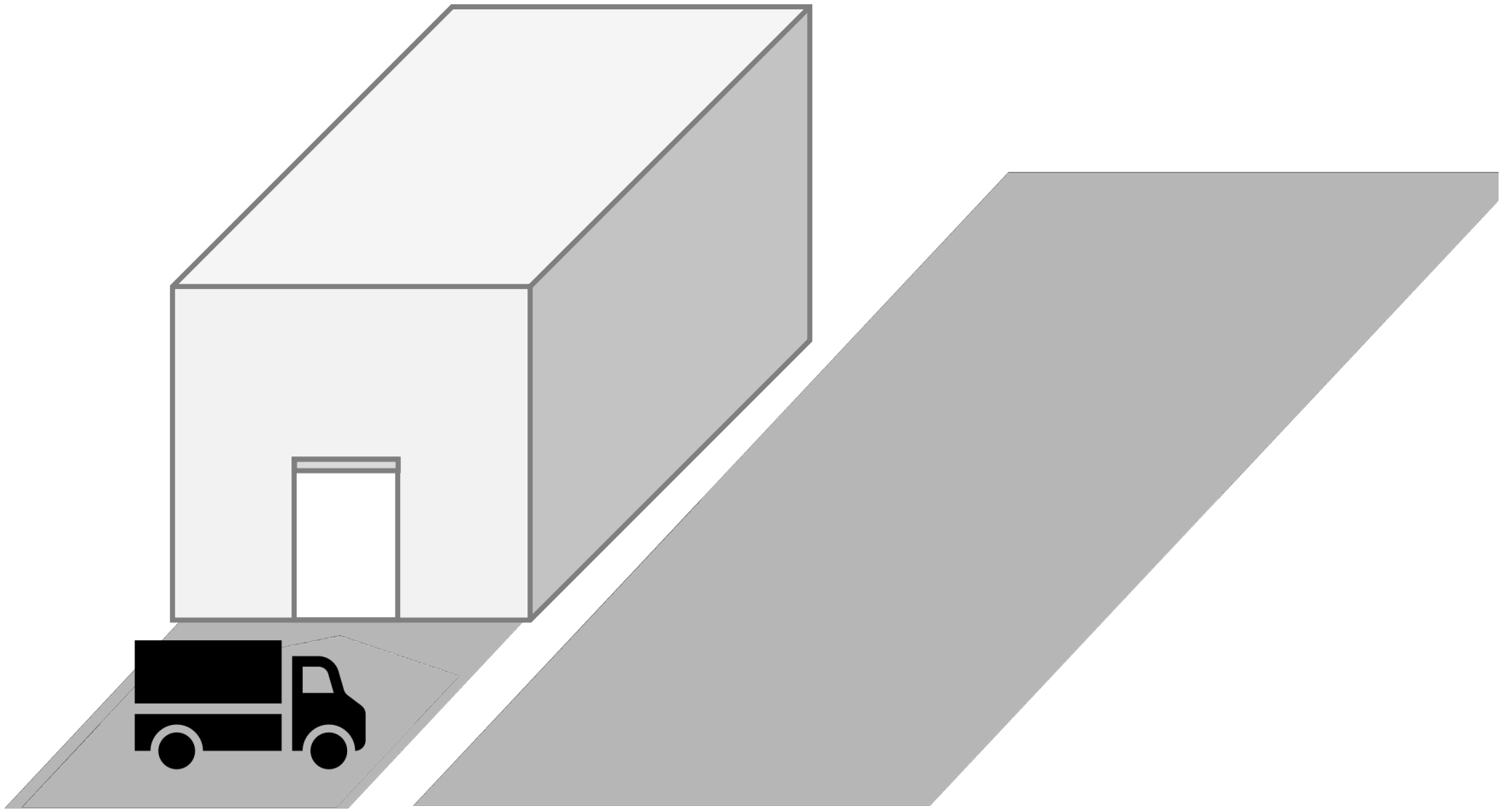
# Ansatz

Heizverluste treten nicht nur aufgrund unzureichender Gebäudedämmung auf.



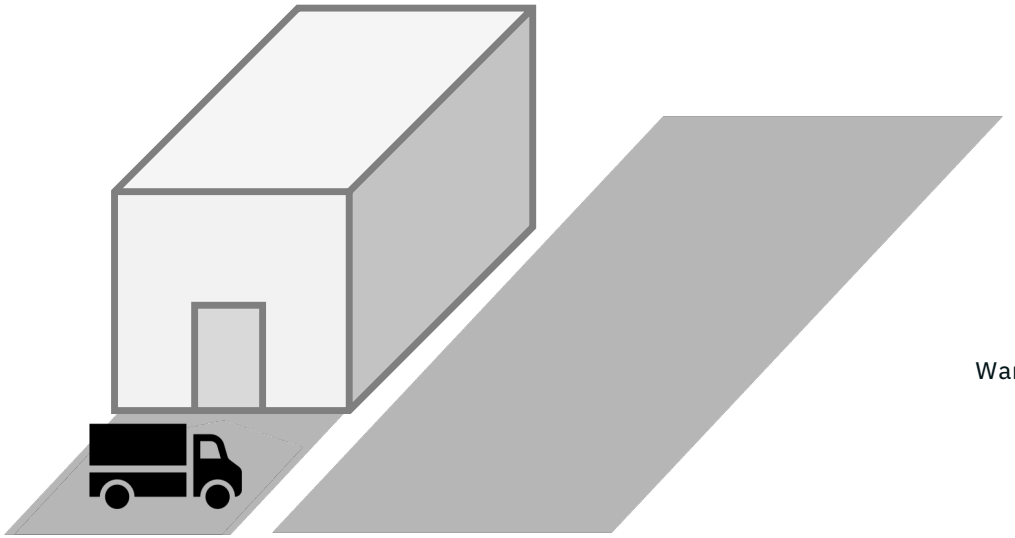
# Ansatz

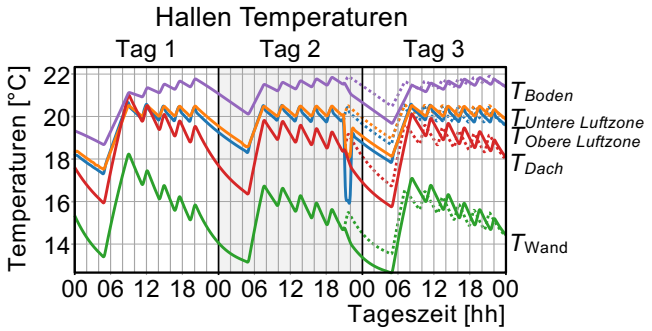
Ein signifikanter Anteil kommt auch durch Materialanlieferungen zustande.

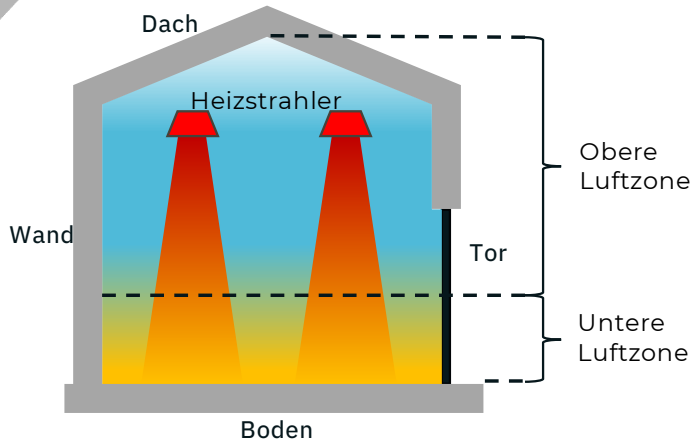


# Ansatz

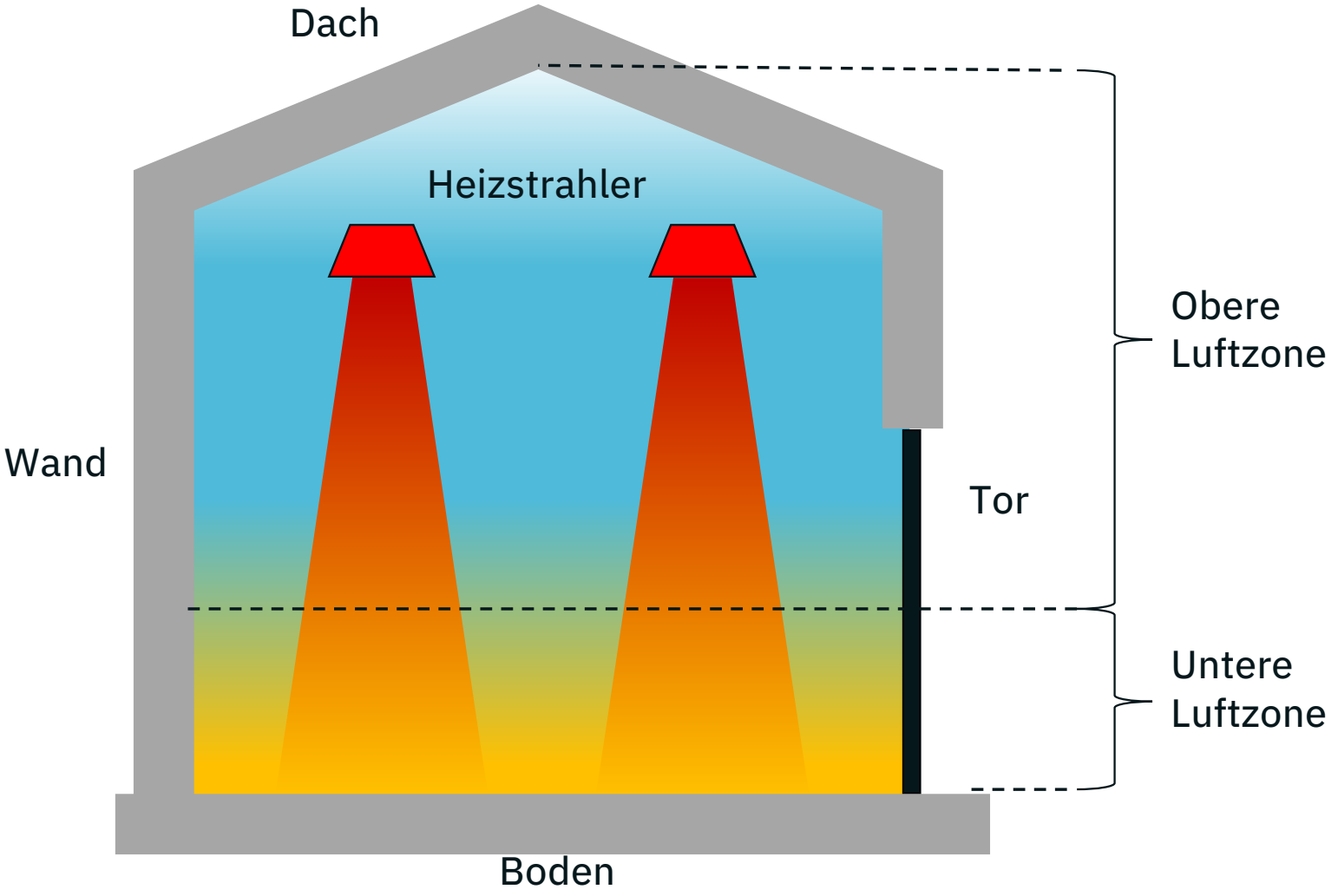
Ein intelligentes Managementsystem erfordert u.a. Prognoseverfahren und eine **Wärmesimulation**.



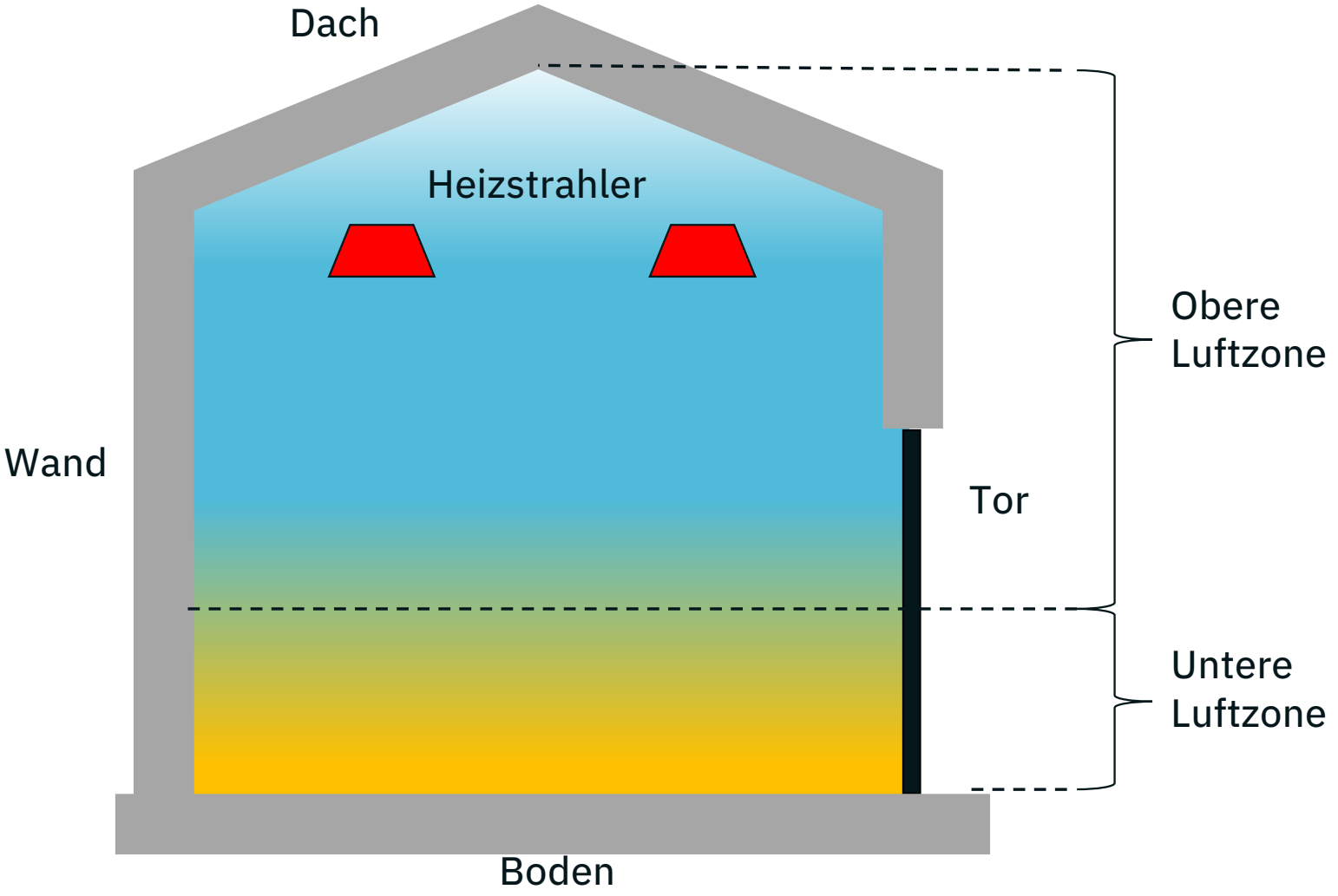


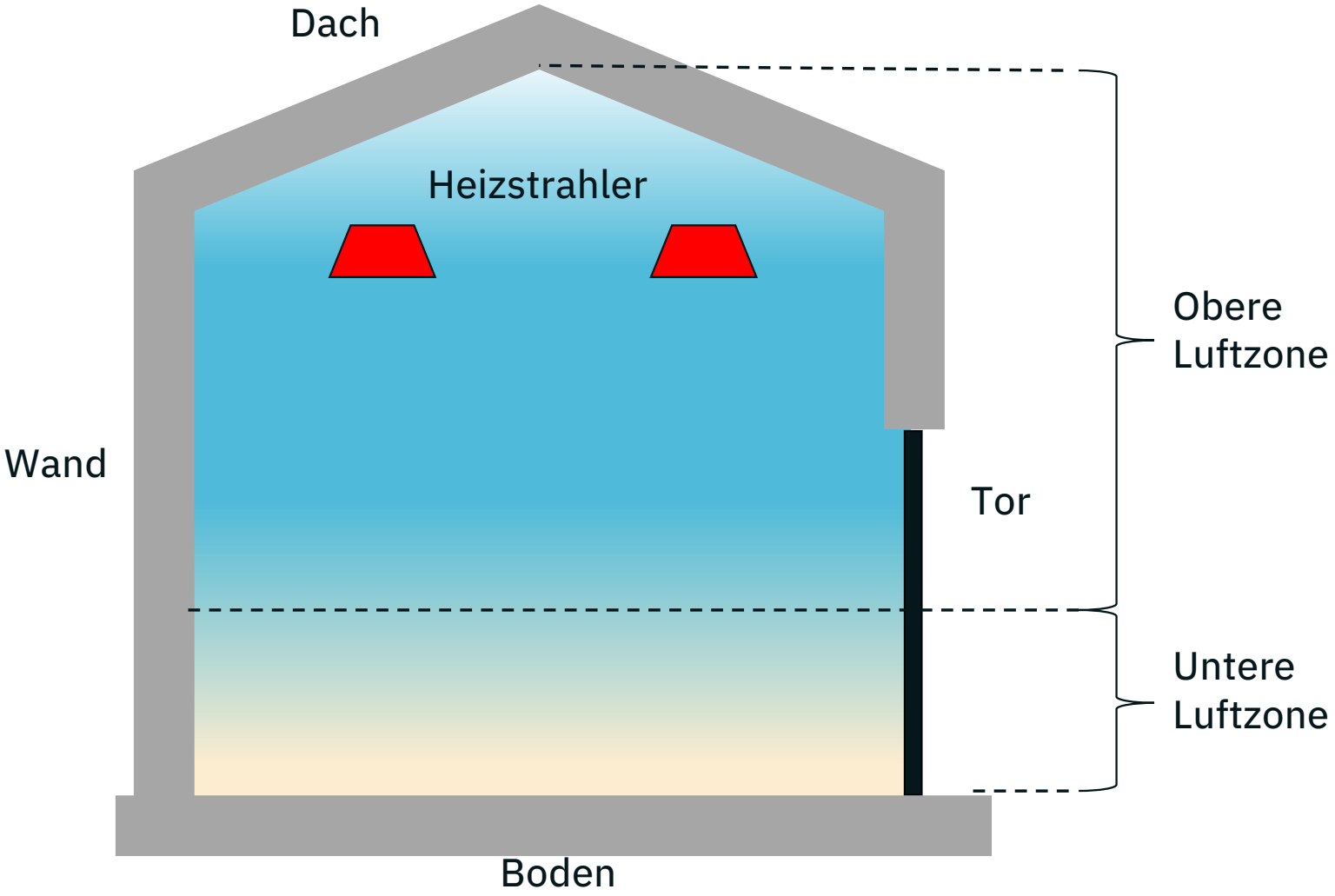




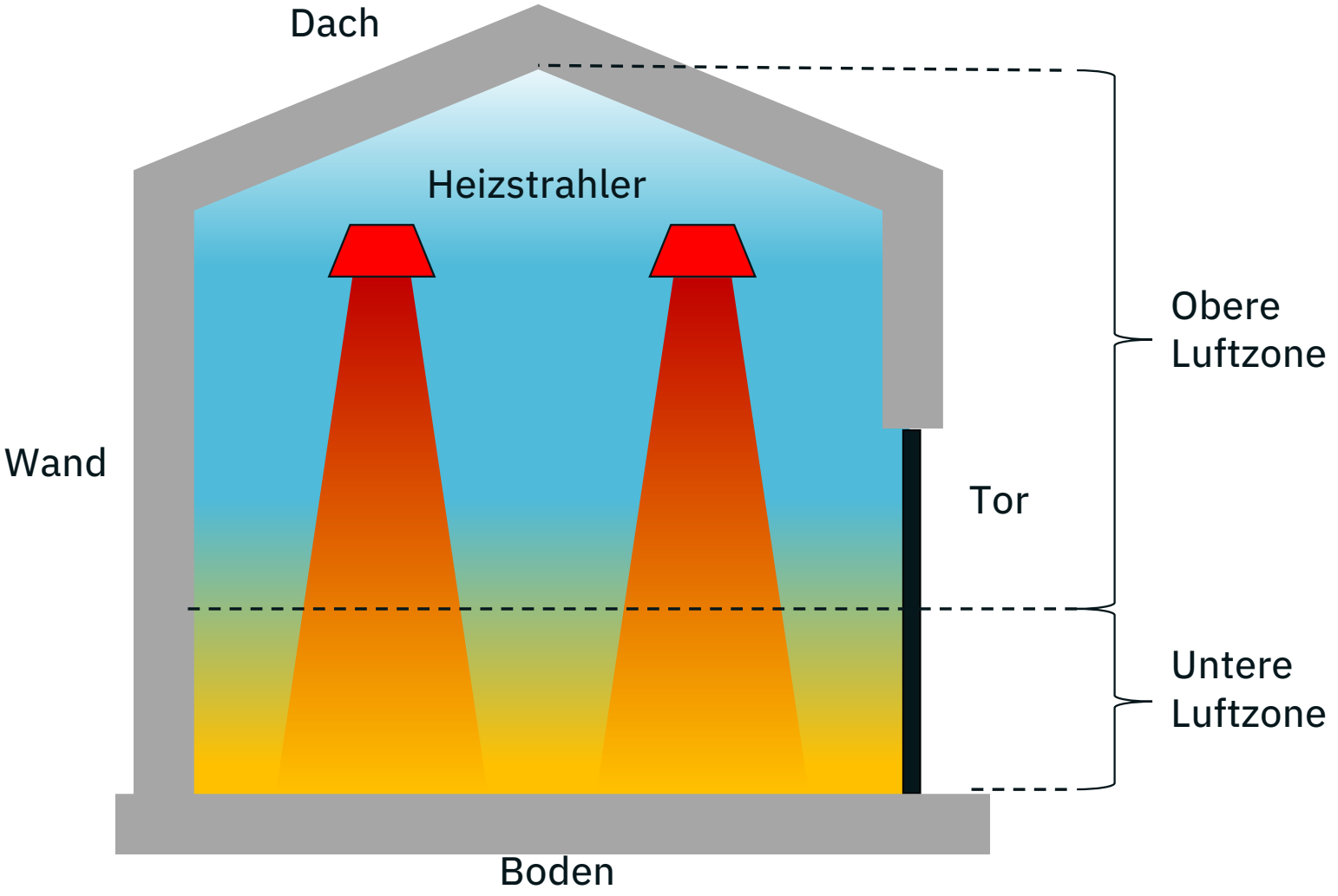

Infrarotstrahlung erwärmt Oberflächen und sorgt so dort für Wärme, ohne große Luftmengen zu erwärmen, die zur Decke aufsteigen.




Die Steuerung erfolgt mit Hilfe eines Temperatursensors in der unteren Luftzone. Wird eine Temperaturschwelle erreicht, werden die Heizstrahler ausgeschaltet.

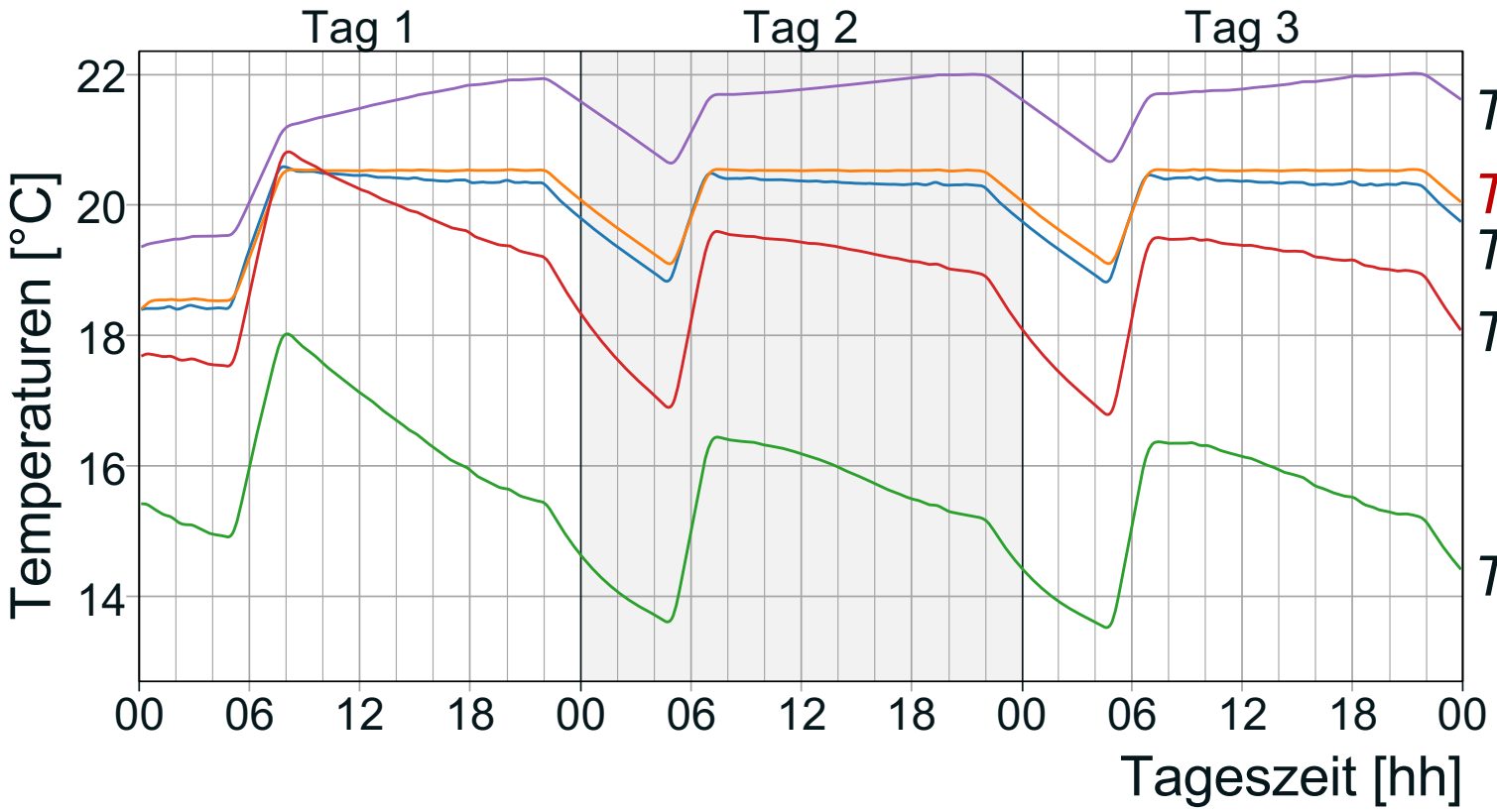



Die Temperatur fällt.

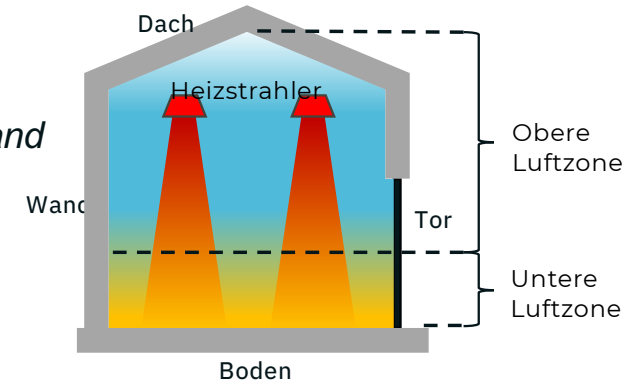



Wir haben verschiedene Situationen und Steuerungen simuliert.

# Hallentemperaturen

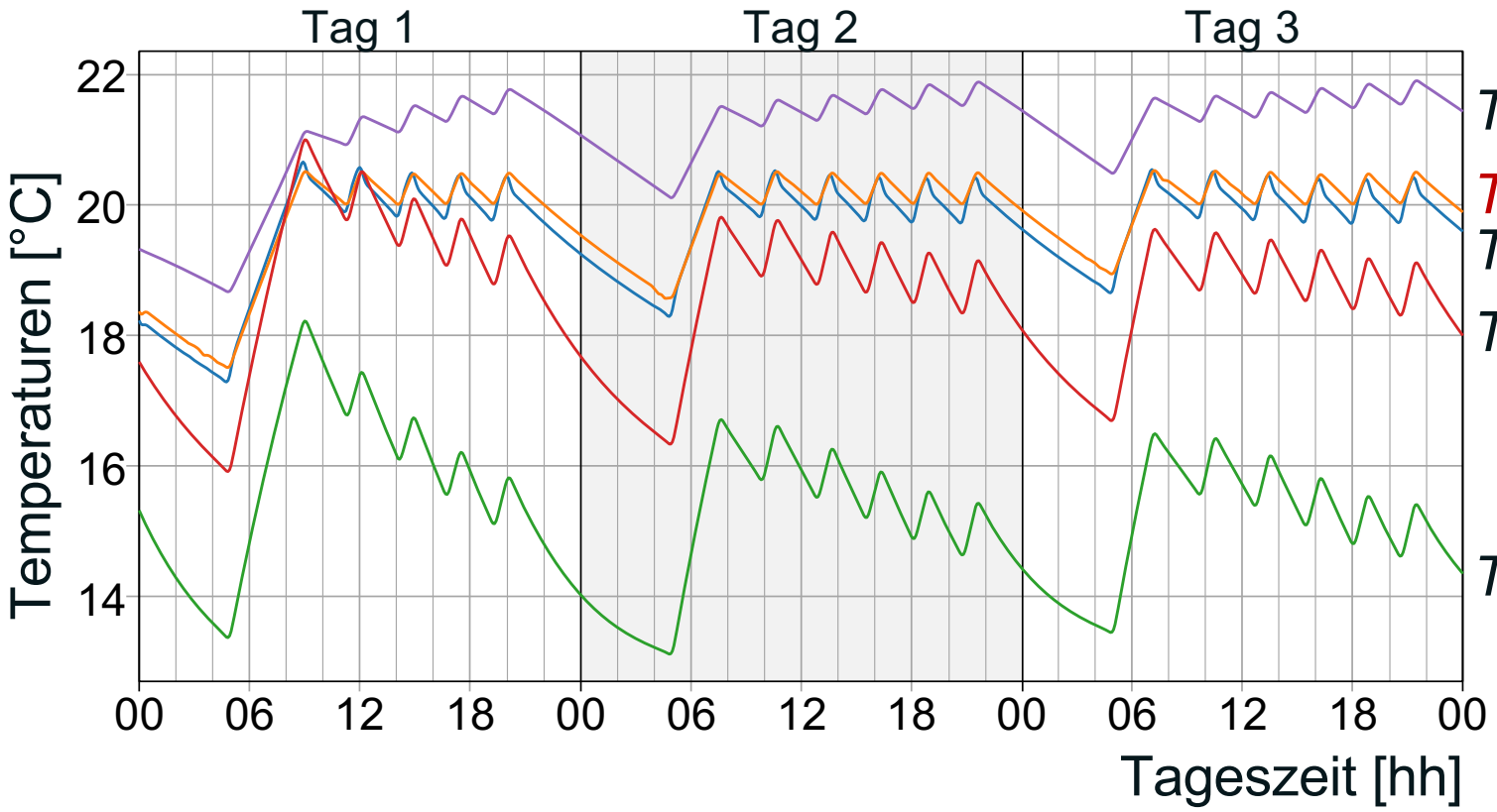



In dieser Simulation werden die Heizstrahler in kurzen Zeitintervallen anhand eines Schwellenwertes gesteuert.

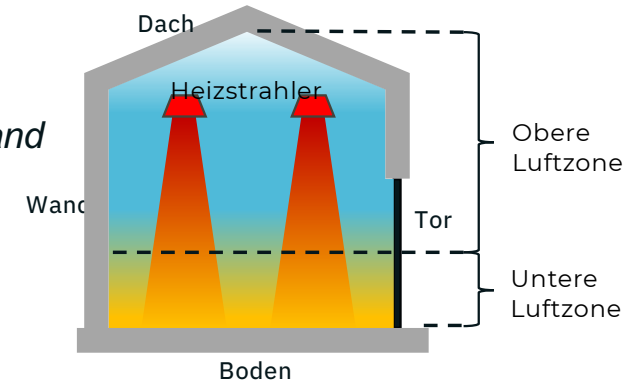



Simulation einer Temperaturverteilung für eine Standardhalle der Größe 15m x 15m x 6m (Breite x Länge x Höhe) über drei Tage kontrolliert über $T_{Untere\ Luftzone}$

# Hallentemperaturen

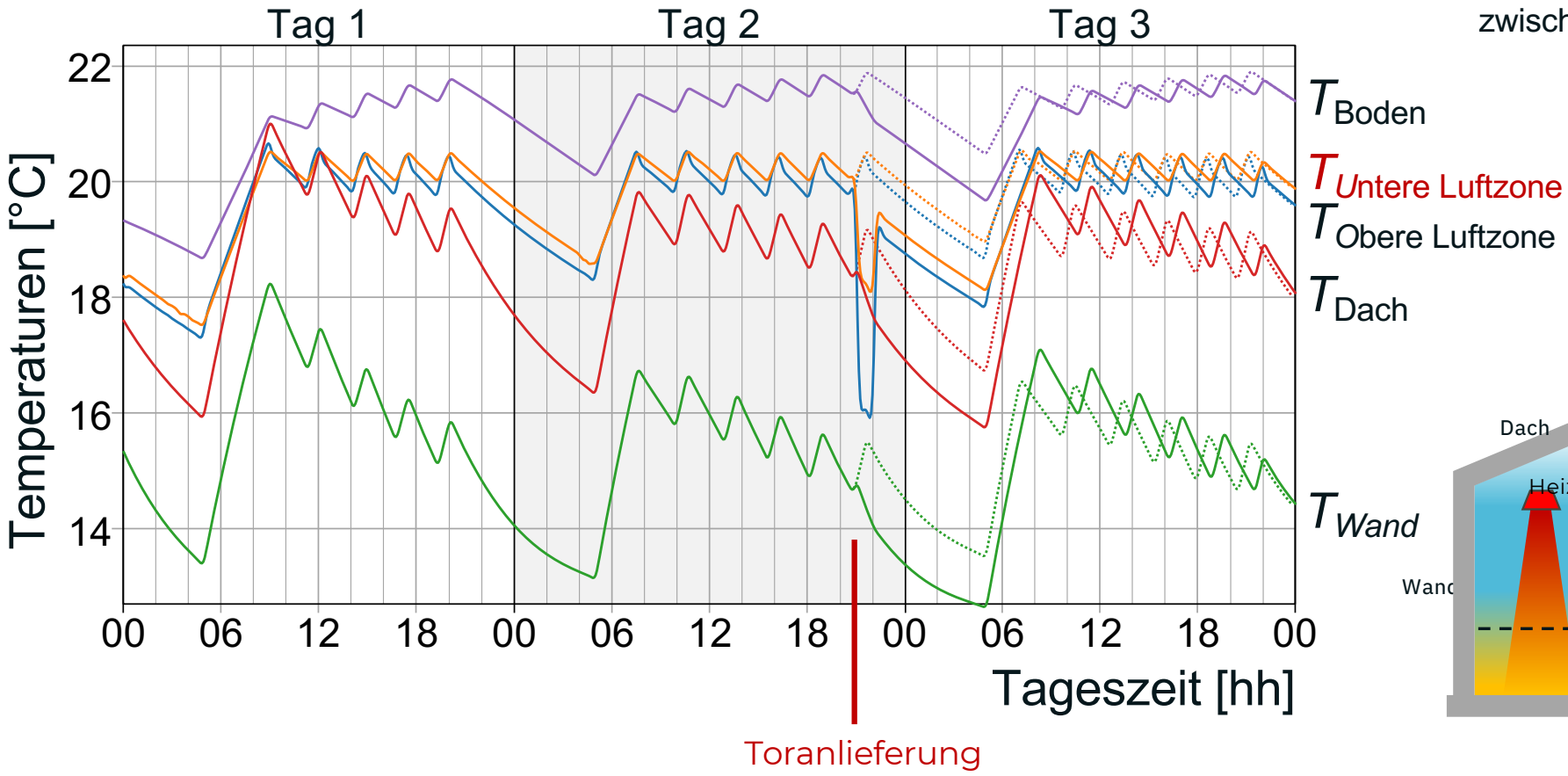



In dieser Simulation werden die Heizstrahler anhand einer Temperaturhysterese zwischen 20 °C und 20,5 °C gesteuert.

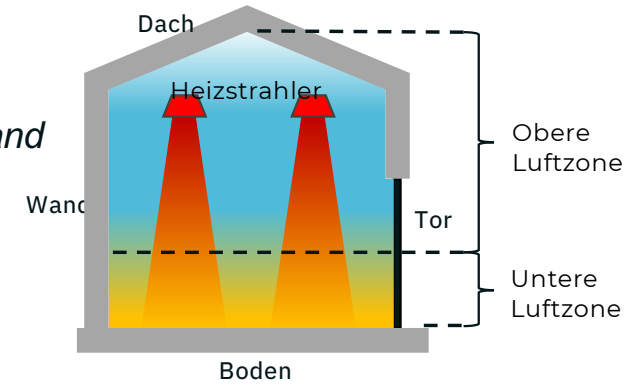



Simulation einer Temperaturverteilung für eine Standardhalle der Größe 15m x 15m x 6m (Breite x Länge x Höhe) über drei Tage kontrolliert über $T_{Untere\ Luftzone}$

# Hallentemperaturen

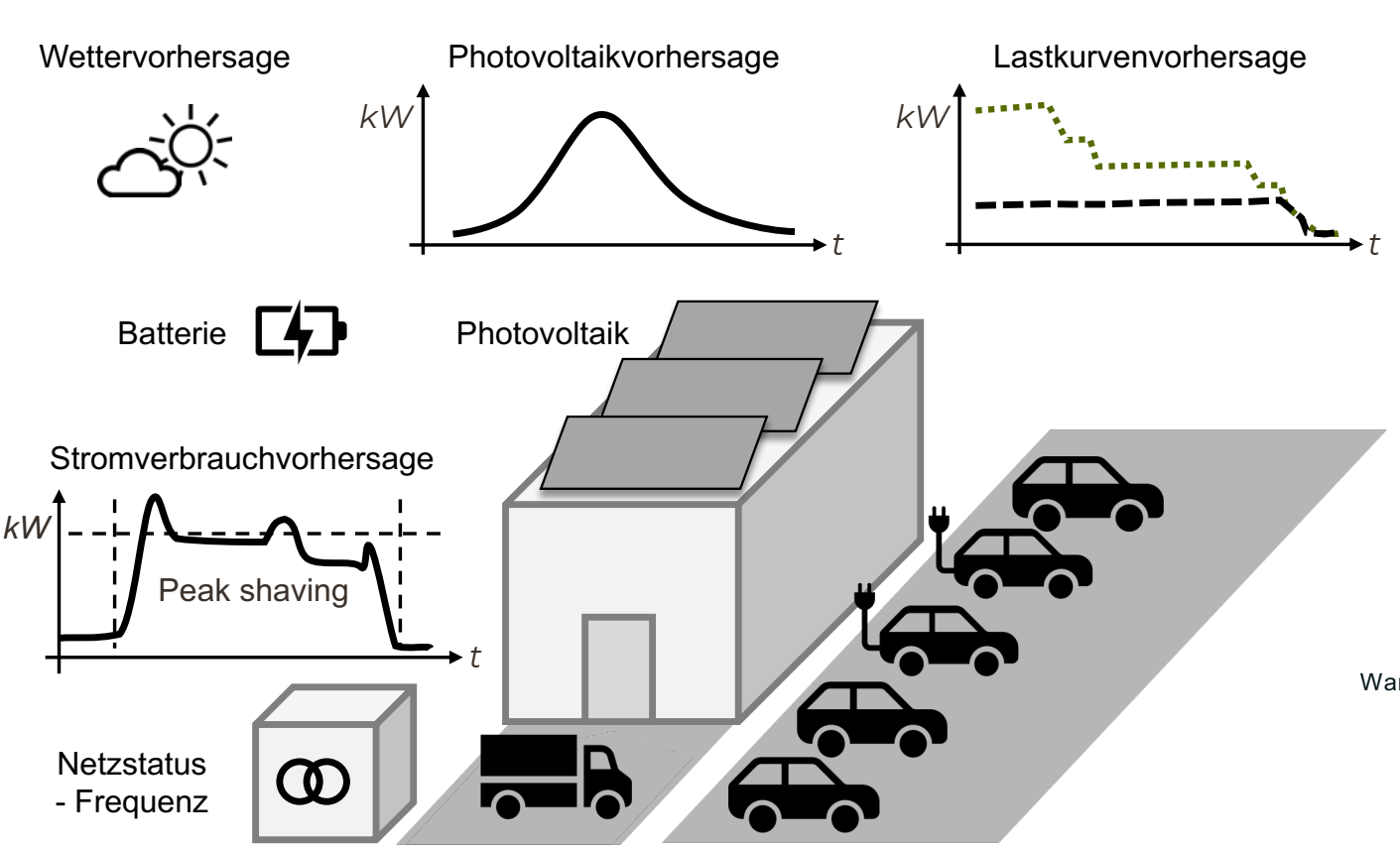


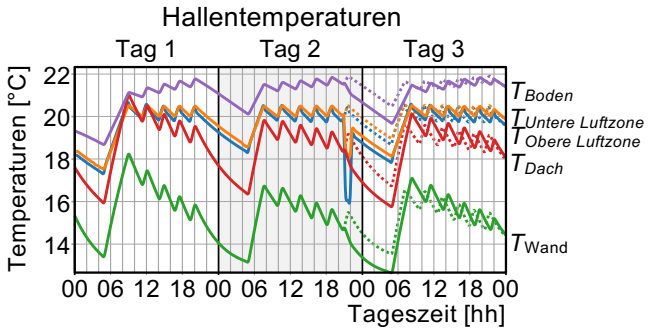

In dieser Simulation werden die Heizstrahler anhand einer Temperaturhysterese zwischen 20 °C und 20,5 °C gesteuert.

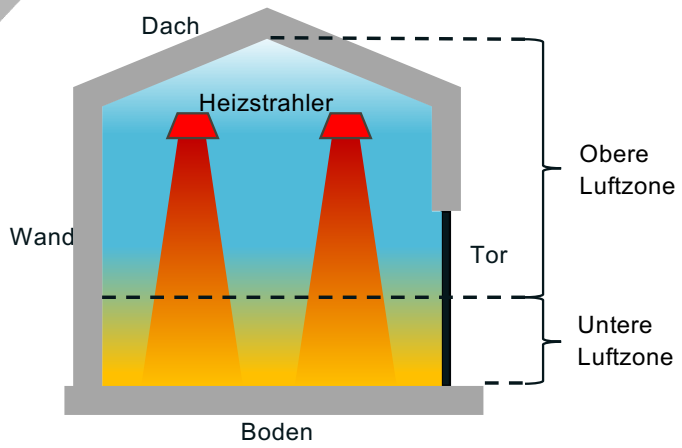



Simulation einer Temperaturverteilung für eine Standardhalle der Größe 15m x 15m x 6m (Breite x Länge x Höhe) über drei Tage kontrolliert über $T_{Untere\ Luftzone}$

# Übersicht


Wettervorhersage
Photovoltaikvorhersage
kW
t
Lastkurvenvorhersage
kW
t
Batterie
Photovoltaik
Stromverbrauchvorhersage
kW
Peak shaving
t
Netzstatus
- Frequenz


Hallentemperaturen
Tag 1
Tag 2
Tag 3
Temperaturen [°C]
22
20
18
16
14
00 06 12 18 00 06 12 18 00 06 12 18 00
Tageszeit [hh]
T Boden
T Untere Luftzone
T Obere Luftzone
T Dach
T Wand


Dach
Heizstrahler
Wand
Tor
Obere Luftzone
Untere Luftzone
Boden

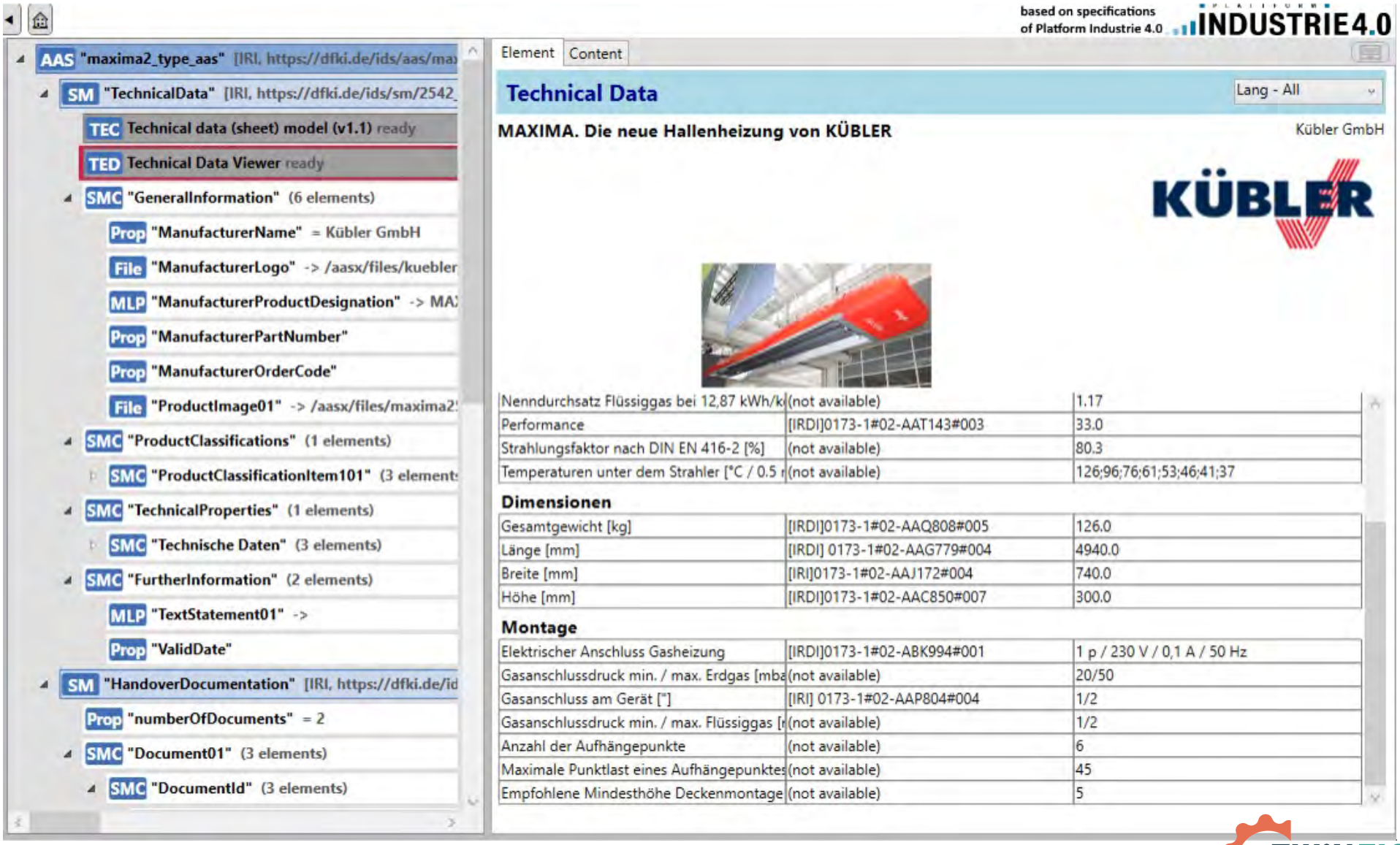
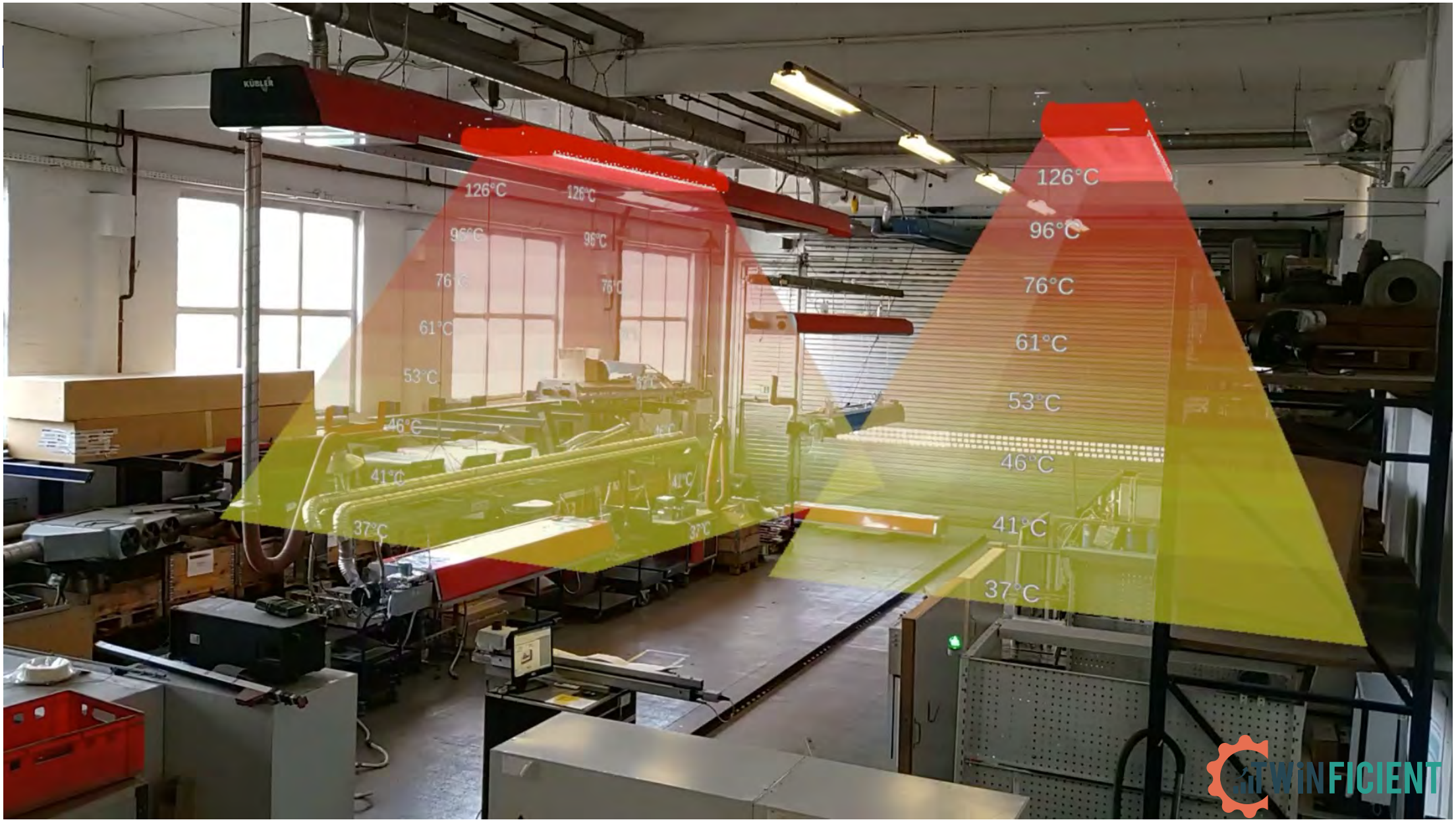



Abbildung: Asset Administration Shell (dt. Verwaltungsschale) für einen Heizstrahler.

TWINFICIENT


twinficient / 3 - Heating Zone Level
2021-09-01 02:00:00 to 2021-12-31 23:59:59
AggregationTime 1mo
Company Höganäs
CelNr C1 + C2
HzNr 1 + 2
2 - Celestra Level
4 - Heater Level
Heater Runtime
h
1500
1250
1000
750
500
250
0
4.82
118
6.98
0
25.1
764
50.2
0
211
1280
276
6.92
375
1001
347
30.0
01/09/21
01/10/21
01/11/21
01/12/21
Höganäs / C1 / 1
Höganäs / C1 / 2
Höganäs / C2 / 1
Höganäs / C2 / 2
Consumption Rate
kWh
40000
30000
20000
10000
0
17.5
3854
175
0
250
22932
1255
0
2300
38404
6907
104
4093
30028
8683
450
01/09/21
01/10/21
01/11/21
01/12/21
Höganäs / C1 / 1
Höganäs / C1 / 2
Höganäs / C2 / 1
Höganäs / C2 / 2
Error Codes
Number of Errors
400
300
200
100
0
0
0
371
0
0
0
0
0
0
4
6
0
0
0
6
0
01/09/21
01/10/21
01/11/21
01/12/21
Höganäs / C1 / 1
Höganäs / C1 / 2
Höganäs / C2 / 1
Höganäs / C2 / 2
Open Door Time
h
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
3.25
2.25
1
2.48
01/09/21
01/10/21
01/11/21
01/12/21
Höganäs / C1 / 1
Door Alerts
Number of Alerts
1000
800
600
400
200
0
1
74
2
13
634
29
29
986
191
77
818
345
01/10/21
01/11/21
01/12/21
31/12/21
Höganäs / C1 / 1
Höganäs / C1 / 2
Höganäs / C2 / 1


126°C
96°C
76°C
61°C
53°C
46°C
41°C
37°C
126°C
96°C
76°C
61°C
53°C
46°C
41°C
37°C
KÜBLER
TWINFICIENT



EnFo Saar

www.enfosaar.de

htw saar

UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

IZES
Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme

dfki ai

Gefördert aus dem Transformationsprogramm Forschung und Wissenstransfer Saar durch:

Ministerium der Finanzen und für Wissenschaft
SAARLAND