

**BURO HAPPOLD**

# Stadionneubau Oldenburg

Beratung für einen nachhaltigen und  
klimaneutralen Stadionneubau

**05.03.2024**

COPYRIGHT © 1976-2024 BURO HAPPOLD. ALL RIGHTS RESERVED



© AS+P Albert Speer + Partner GmbH

# Agenda

1. Hintergrund und Zielstellung
2. Grundlagen und Eingangsparameter der Bilanzierung
3. Szenarien für einen klimaneutralen Stadionneubau
4. CO<sub>2</sub> Bilanzierung der Szenarien - Ergebnisse und Auswertung



# Hintergrund und Zielstellung

# Ziele zu Nachhaltigkeit & Klimaschutz

## Global – Internationale Rahmenwerke



© FIFA



© UNFCCC

## National – Anforderungen in Deutschland



© BPA



NACHHALTIGKEIT BEIM DFB: UNSERE STRATEGIE

© DFB

**DFB Klimaneutral  
bis 2045**

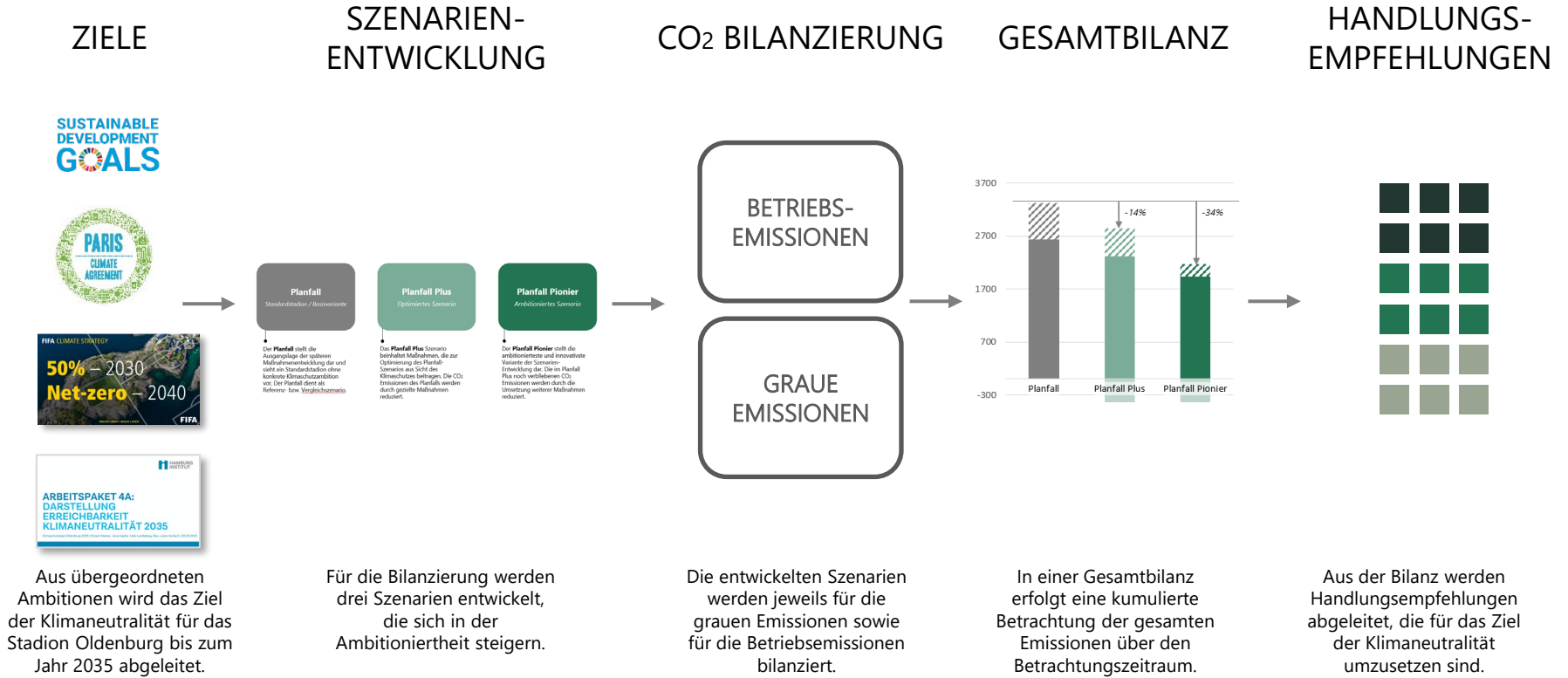


## Lokal – Anforderungen Oldenburg

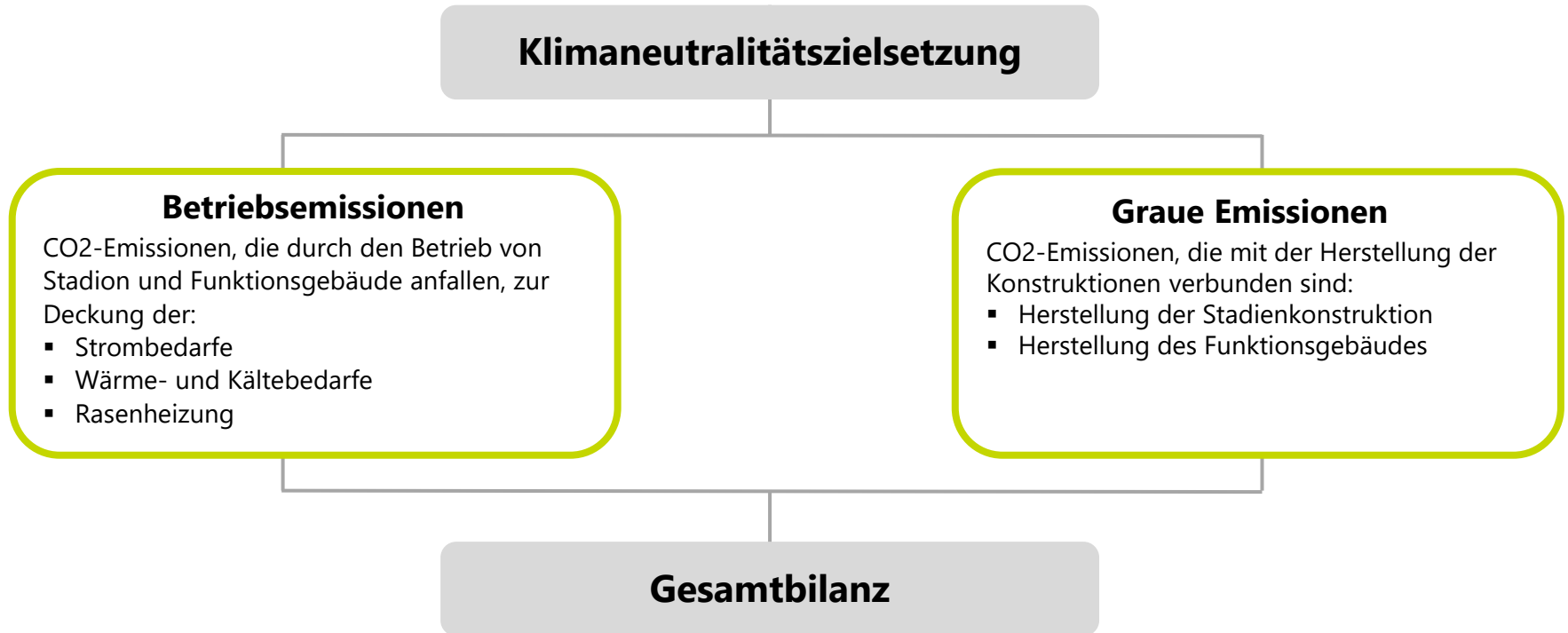
## Stadion & Verein



# Herangehensweise



# Bilanzierungsmethodik



# Definition von Klimaneutralität in Oldenburg

Die Summe der jährlichen Treibhausgasemissionen aus Energiebedarf und generierter Überschussenergie soll Null betragen. Dabei sollen keine externen Kompensationsmaßnahmen (CO<sub>2</sub>-Zertifikate) berücksichtigt werden.

*Auszug Szenarienentwicklung städtische Liegenschaften der Stadt Oldenburg, Fraunhofer Institut für Bauphysik, 2021*

D.h. angestrebtes Ziel für den Stadionneubau in erster Linie bilanzielle Klimaneutralität im Stadionbetrieb (Strom, Wärme, Kälte) bis spätestens zum Jahr 2035.

Graue Emissionen (Herstellung und Konstruktion) werden im Rahmen dieser Untersuchung ebenfalls betrachtet und bilanziert.



# Grundlagen

## *Eingangsparameter der Bilanzierung*





# **Energieversorgung und -bedarfe**

*Grundlagen zur Berechnung der  
CO<sub>2</sub>-Emissionen im Betrieb*

# Energiebedarfsermittlung - Eingangsparameter

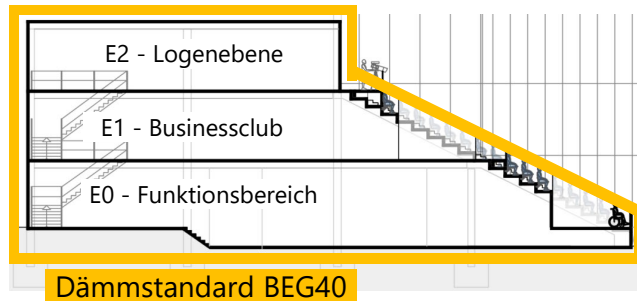
## Grundlast (Funktionsgebäude) + Spitzenlast (Stadion)

### Typologien der Grundlasten (Funktionsgebäude):

- E0 - Funktionsbereich → Retail
- E1 - Businessclub → Konferenzraum/MICE
- E2 – Logenebene → Büro/Praxis

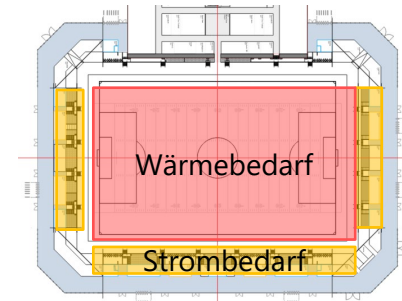
### Betriebstage (Tage/Jahr):

- E0 & E2: 245
- E1: 126



### Spitzenlasten (Stadion):

- Rasenheizung (Wärme)
- Flutlicht & Anzeigetafel (Strom)
- Kiosk, Lager, Sanitär, Erste Hilfe (Strom)
- 27 Spieltage (inkl. Veranstaltungen) pro Jahr\*
- 19 Heimspiele, 1 Jugendländerspiel, 2 sonst. Fußballspiele
- 1 Footballspiel, 2 Konzerte/Events, 2 Großevents



\*Gem. Nutzungs- & Betriebskonzept DreSo / C|SIGHT, 2023

# Lokale Energiequellen

## Bestehende Infrastruktur

Potentiale	Technische Voraussetzung	Umsetzbarkeit am Standort	PRO Klimaschutz	CONTRA Klimaschutz	Investitions- / Betriebskosten
<b>Fernwärme</b>	Anschluss an Fernwärmenetz	Keine Daten zu Fernwärmeleitung (Quelle: Infrest)	zukünftige Dekarbonisierung gem. Wärmeplanungsgesetz	Berechnungsmethodik umstritten, Dekarbonisierung abh. vom Versorger	€ / €€
<b>Fernkälte</b>	Anschluss an Fernkältenetz	Keine Daten zu Fernkälteleitung (Quelle: Infrest)	Niedrige THG-Emissionen möglich durch Integration der Umweltenergie	Berechnungsmethodik umstritten, Dekarbonisierung abhängig vom Versorger	€ / €€
<b>Gasnetz</b>	Anschluss an Gasnetz	Gasnetz vorhanden (Quelle: EWE Netz)	zukünftige Modernisierung des Gasnetzes zum Wasserstoffnetz	Dekarbonisierung hängt von Transformationsplan ab	€ / €€
<b>Stromnetz</b>	<b>Anschluss an Stromnetz</b>	<b>Ausreichende Anschlussleistung (bis mind. 1MW) (Quelle: EWE Netz)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Kompensation durch Einspeisung ins Netz</b>	<b>Anteil Strom aus erneuerbaren Energien nicht zu 100% erreicht</b>	€ / €€
<b>Abwasser</b>	Nutzung der Wärme aus Abwasserleitungen	Ein paar Abwasserleitungen wurden in der unmittelbaren Nähe identifiziert, Potenzial jedoch zu klein (Tockenwetterabfluss < 15l/s)	In Kombination mit Wärmepumpe hohe Effizienz und geringe THG-Emissionen	-	€€ / €
<b>Biogas</b>	Anschluss an Biogas-Netz	Biogas-Infrastruktur nicht vorhanden, kein Angebot für den Biogas-Tarif (Quelle: EWE Netz)	Geringe THG-Emissionen	Örtliche Feinstaubbelastung	-

# Lokale Energiequellen

## Potenziale erneuerbarer Energien

Potentiale	Technische Voraussetzung	Umsetzbarkeit am Standort	PRO Klimaschutz	CONTRA Klimaschutz	Investitions- / Betriebskosten
<b>Solarenergie</b>	<b>Nutzung der solaren Einstrahlung zur Warmwasser-/Stromproduktion</b>	<b>Große Flächenverfügbarkeit, keine Verschattung durch umliegende Bebauung</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Kompensation durch Einspeisung ins Netz</b>	<b>Recycling, Batteriespeicher</b>	<b>€€ / €</b>
Oberflächen-gewässer	Nutzen der thermischen Kapazität des Oberflächengewässers für Heizen / Kühlen	Kein großer Fluss oder See in der unmittelbaren Nähe	In Kombination mit WP hohe Effizienz und geringe THG-Emissionen	Auswirkung auf Ökosystem im Fluss durch Temperaturabsenkung/-anhebung möglich	€€ / €
Wasserkraft	Fließgewässer mit Wehr, mit einer Fallhöhe von ca. 1 m ist vorhanden	Kein Fließgewässer in der unmittelbaren Nähe	Eigenstromerzeugung am Standort ohne THG-Emissionen	-	€€€/€
<b>Umweltwärme Luft</b>	<b>Nutzung der Umgebungsluft mithilfe einer Luft-Wasser-Wärmepumpe</b>	<b>Anforderung an Lärm- und Schallschutz, ansonsten uneingeschränkt umsetzbar</b>	<b>In Kombination mit Wärmepumpe hohe Effizienz und geringe THG-Emissionen</b>	<b>Abwärme- / Immissionsbelastung der Außenluft</b>	<b>€ / €€</b>
<b>Geothermie / Grundwasser</b>	<b>Kein Grundwasserschutzgebiet. Geeigneter Untergrunderbau, gute Wasserqualität für Brunnenanlage</b>	<b>Gemäß der Beurteilung von Wasser- und Bodenschutzbehörden erscheint das Erdwärmesondensystem als sinnvollste Variante</b>	<b>In Kombination mit Wärmepumpe hohe Effizienz und geringe THG-Emissionen</b>	<b>Wasserschutz, hydrogeologische Risiken durch Bohrarbeiten</b>	<b>€€ / €</b>
Wasserstoff	Infrastruktur in Form eines Gasnetzes bzw. dezentraler Verbraucher zur Bereitstellung des „grünen Wasserstoffs“, zusätzlich Brennstoffzelle	Integration von Brennstoffzelle möglich, Infrastruktur jedoch derzeit nicht gegeben	Sektorkopplung	Aufbau der fehlenden Infrastruktur	€€€/€€
Biomasse	Nutzung von Biomasse in Form von Biogas oder fester Biomasse in BHKW / Kessel	Hoher Platzbedarf für Transport und Lagerung	Geringe THG-Emissionen	Örtliche Feinstaubbelastung	€€/€



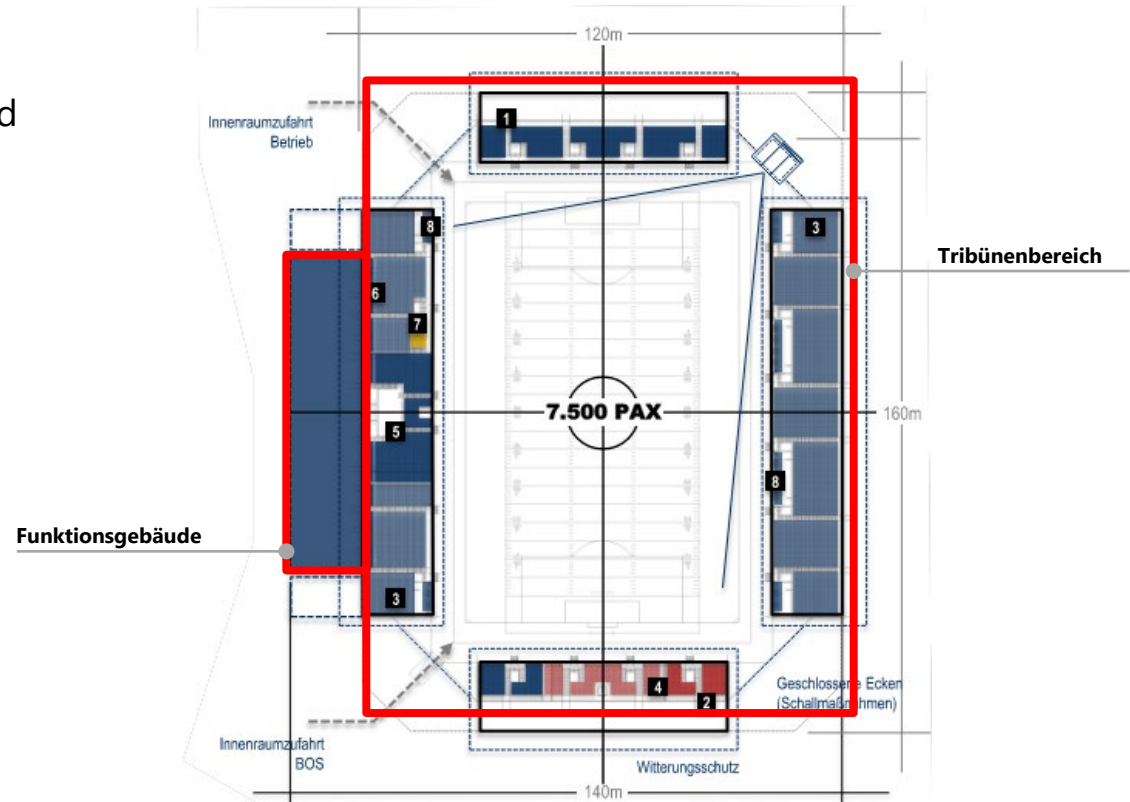
# **Stadionkonstruktion**

*Grundlagen zur Berechnung der  
grauen CO<sub>2</sub>-Emissionen*

# Stadionkonstruktion - Eingangsparemeter

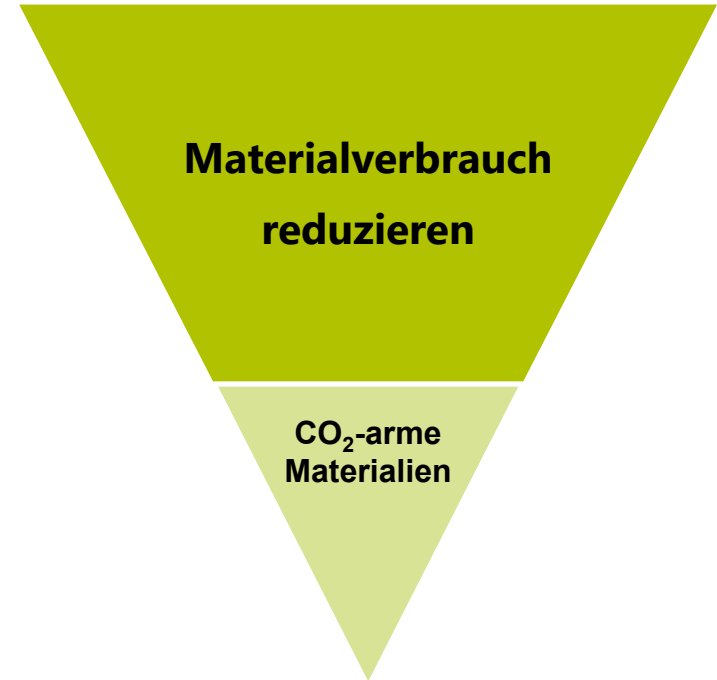
## Grundlagen zur Berechnung der grauen Emissionen

- Kapazität 7.500 Pax
- 4 Tribünen mit 1 Haupttribüne und 4.650 m<sup>2</sup> Funktionsgebäude
- 5.300 m<sup>2</sup> Stadionsdach
- Kein Untergeschoss
- Schwerpunkt auf KG300 (Bauwerk und Baukonstruktion)



# Stellschrauben zur Reduktion der grauen Emissionen

- Reduktion des **Materialverbrauchs** durch **effizientes Tragwerk**:
  - Achsabstände
  - Geometrie
  - Querschnittsoptimierungen
  - Dachtragwerk
- Einsatz von **CO<sub>2</sub>-armen Materialien**:
  - Recycling oder klimaschonende Betone
  - Maximale, Sinnvolle Verwendung von Holz
    - Hybridkonstruktionen





# Szenarien für einen klimaneutralen Stadionneubau



# Vorgehensweise in der Szenarienentwicklung

Auf Grundlage der vorliegenden Funktionalplanung und der gesichteten Grundlagen wurden die folgenden **drei Szenarien für den Stadionneubau in Oldenburg** entwickelt:

## Planfall

*Standardstadion / Basisvariante*

Der **Planfall** stellt die Ausgangslage der späteren Maßnahmenentwicklung dar und sieht ein Standardstadion ohne konkrete Klimaschutzambition vor. Der Planfall dient als Referenz- bzw. Vergleichszenario.

## Planfall Plus

*Optimiertes Szenario*

Das **Planfall Plus** Szenario beinhaltet Maßnahmen, die zur Optimierung des Planfall-Szenarios aus Sicht des Klimaschutzes beitragen. Die CO<sub>2</sub> Emissionen des Planfalls werden durch gezielte Maßnahmen reduziert.

## Planfall Pionier

*Ambitioniertes Szenario*

Der **Planfall Pionier** stellt die ambitionierteste und innovativste Variante der Szenarien-Entwicklung dar. Die im Planfall Plus noch verbliebenen CO<sub>2</sub> Emissionen werden durch die Umsetzung weiterer Maßnahmen reduziert.

# Ausgangsszenario Planfall

Das Ausgangsszenario der Bilanzierung bildet der sogenannte Planfall. Dieser setzt sich aus den folgenden anlagentechnischen und konstruktiven Charakteristika zusammen:

## Planfall

*Standardstadion / Basisvariante*



### Energieversorgung und Anlagentechnik:

- Stromversorgung über Photovoltaik auf Dachflächen (auf 50% der Stadionsdachfläche) sowie Netzstrom (Ökostrom als Vergleichsfall)
- Bereitstellung von Wärme und Kälte durch reversible Luft-Wärmepumpe
- Betrieb der Rasenheizung über Elektroheizung
- Trinkwarmwasserversorgung durch strombetriebenen Elektrokessel

### Konstruktion des Stadions und Funktionsgebäudes:

- Fertigteiltribülenelemente: Standardbeton
- Tribünenunterkonstruktion: Standardbeton
- Dachfachwerkträger: Stahl
- Dachfläche: Stahltrapezblech auf Stahlpfetten
- Funktionsgebäude aus Stahlbeton

# Maßnahmenpaket Planfall Plus

Als optimiertes Szenario wurde der Planfall Plus entwickelt, der folgende Maßnahmen zur Reduktion der Betriebsemissionen und der Grauen Emissionen vorsieht:

## Planfall Plus

*Optimiertes Szenario*



### Maßnahmen zur **Reduktion der Betriebsemissionen**

- Verwendung einer reversiblen Luft-Wärmepumpe zur Deckung der Kühllast, Heizlast der Raumheizung und Grundlast der Rasenheizung
- Verwendung des Elektrokessels zur Deckung der Spitzenlast der Rasenheizung, des Warmwasserbedarfs und als Back-up System

### Maßnahmen zur **Reduktion der Grauen Emissionen**

- Verwendung von CO<sub>2</sub> reduziertem Beton (CSC-Level 1 Beton, entspricht -20% CO<sub>2</sub> Emissionen) in den Fertigteiltribünenelemente und den Tribünenunterkonstruktionen
- Dachhauptträger aus Brettschichtholz

# Maßnahmenpaket des Planfall Pionier

Nachfolgend werden die bilanzierten Einzelmaßnahmen des Szenarios Planfall Pionier in Maßnahmenpaketen der Betriebsemissionen und der Grauen Emissionen aufgeführt:

## Planfall Pionier

*Ambitioniertes Szenario*



### Maßnahmen zur Reduktion der **Betriebsemissionen**

- Einsatz einer reversiblen Sole/Wasser-Wärmepumpe (Versorgung durch Geothermiesonden) zur Deckung der Kühllast, der Raumheizung und Grundlast der Rasenheizung
- Warmwasserspeicher als Unterstützung der Wärmepumpe
- Einsatz eines Elektrokessels zur Deckung der Spitzenlast der Rasenheizung und als Back-up System
- Decken des Warmwasserbedarfs durch eine Hochtemperatur-Wasser-Wärmepumpe

### Maßnahmen zur Reduktion der **Grauen Emissionen**

- Verwendung von CSC-Level 2 Beton (30% CO<sub>2</sub> Reduktion) in den Fertigteiltribünenelementen
- Tribünenunterkonstruktion aus Brettschichtholz
- Dachhauptträger aus Brettschichtholz
- Verwendung einer Massivholzplatte auf Holzpfetten im Dachbereich



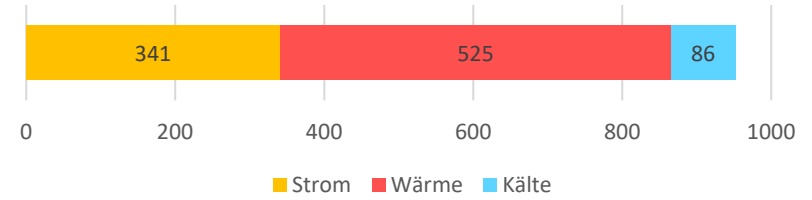
# **CO<sub>2</sub>-Bilanzierung der Szenarien**

*Ergebnisse und Auswertung*

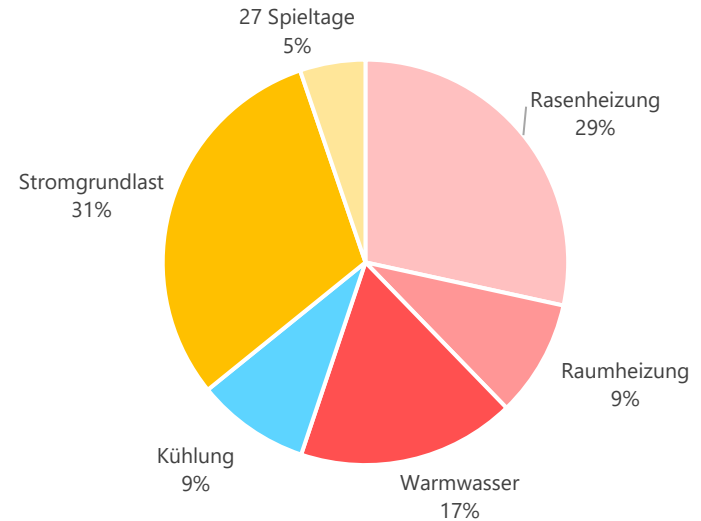
# Gesamtenergiebedarf

- Der **Jahresenergiebedarf** entspricht ca. **950 MWh/a**
- Der größte Anteil am Gesamtenergiebedarf ist der **Wärmebedarf** von 525 MWh/a, davon entfallen ca. 52% auf die Rasenheizung
- Der **Strombedarf** beträgt 341 MWh/a, das entspricht ca. 35% des Gesamtenergiebedarfes, davon entfallen 85% auf die Grundlast und 15% auf die Spitzenlasten an den Spieltagen
- Der **Kältebedarf** beträgt 86 MWh/a und entspricht ca. 9% am Gesamtenergiebedarf

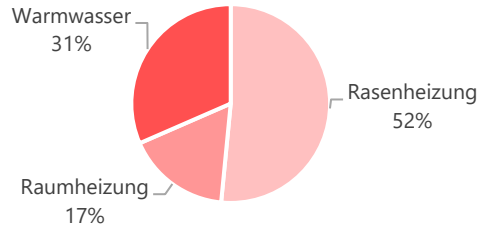
Gesamtenergiebedarf in [MWh/a]



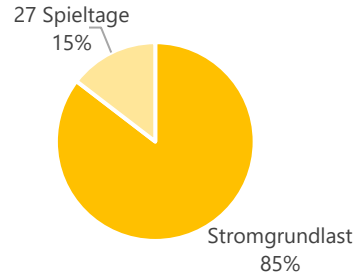
Zusammensetzung des **Gesamtenergiebedarfs**



**Wärmebedarf**



**Strombedarf**



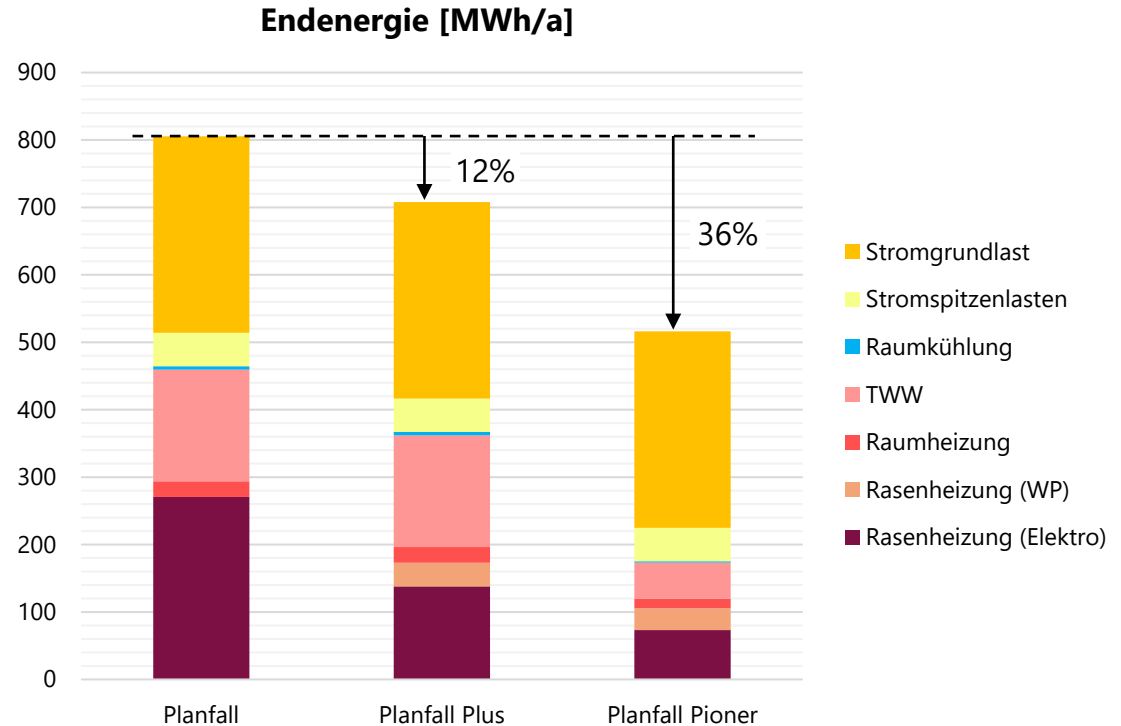
# Betriebsemissionen

## Endenergiebedarf

Die Endenergie errechnet sich aus dem Quotienten von Nutzenergie und dem Wirkungsgrad der technischen Anlagen. Er bildet die Bezugsgröße für die CO<sub>2</sub>- und Kostenbilanz.

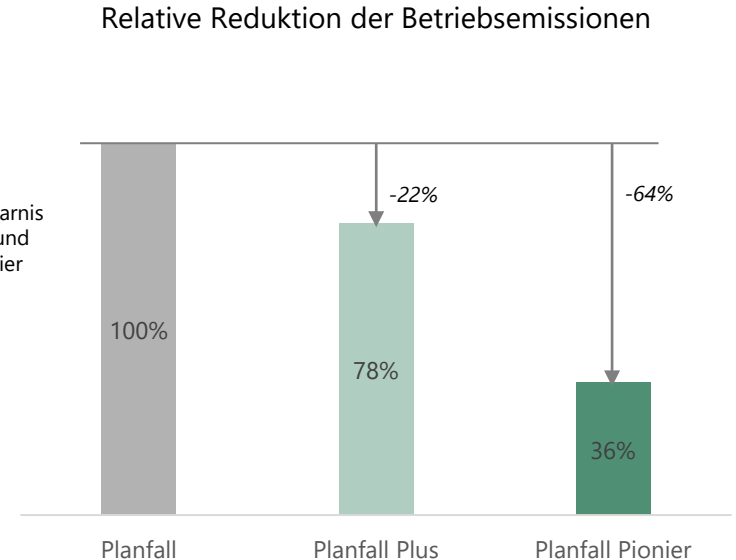
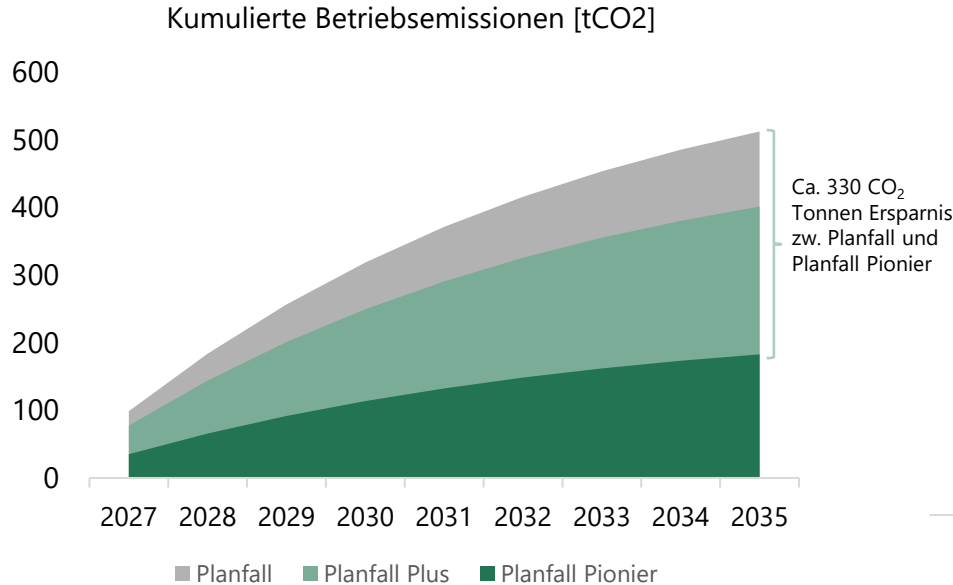
Durch die Steigerung der Effizienz der Energiesysteme sinkt die Endenergie im **Planfall Plus um 12%** und im **Planfall Pionier um 36%**.

Der größte Treiber ist der Einsatz von **Wärmepumpen** sowohl für die Rasenheizung als auch für die Warmwasserbereitung (TWW) und die **Nutzung der Geothermie**, die die Effizienz der Wärmepumpe erhöhen kann.



# Betriebsemissionen

## Kumulierte Bilanzierung im Zeitraum bis 2035

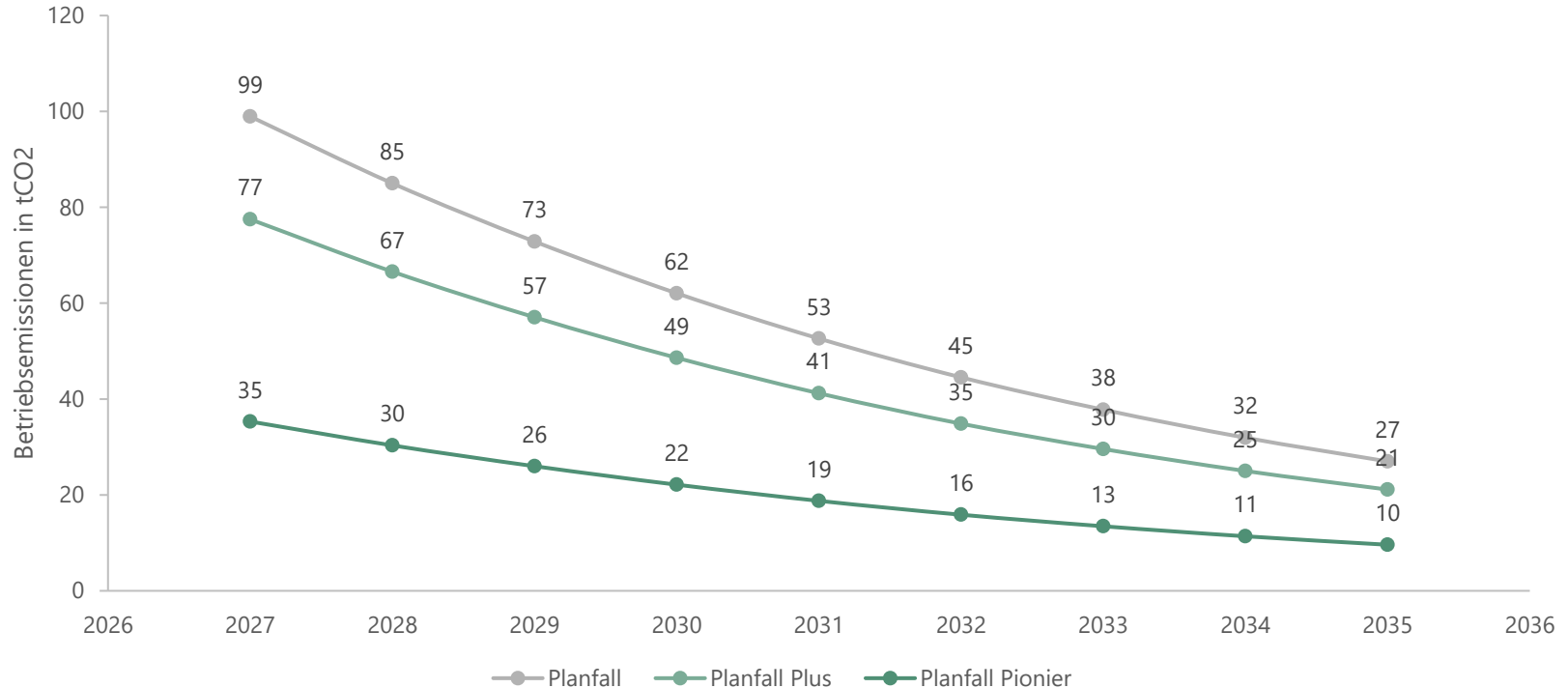


Der Einsatz einer effizienteren Anlagentechnik sowie der Energieversorgung mit erneuerbaren Energien führt zu einer Reduktion der Betriebsemissionen. Die Gegenüberstellung der Bilanzen zeigt, dass die Umsetzung der **Planfall Pionier** Variante im Vergleich zur Planfall **64 % der gesamten betrieblichen Emissionen** einspart. Die betriebliche Klimaneutralität wird jedoch voraussichtlich nicht bis 2035 erreicht werden. Maßnahmen, die dazu beitragen, dieses Ziel zu erreichen sind die **Ausweitung der PV-Flächen** oder das kurzfristige **Abschließen eines Ökostromvertrags**.



# Betriebsemissionen

## Jährliche Bilanzierung im Zeitraum bis 2035

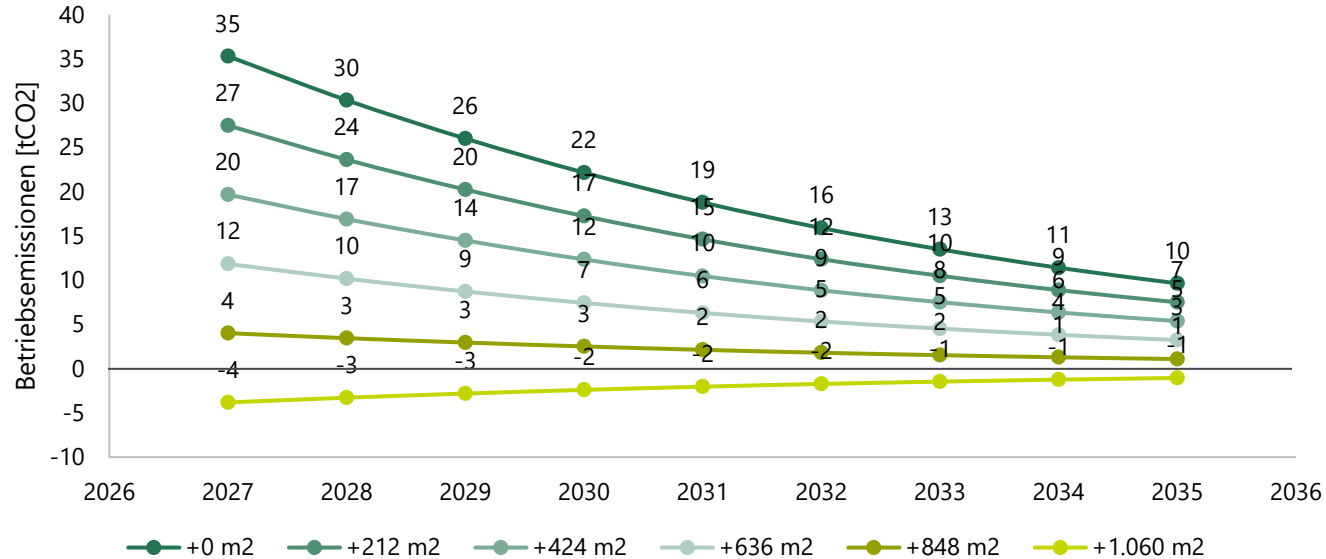


Für die Bilanzierung der betrieblichen Emissionen wurden dynamische CO<sub>2</sub>-Faktoren des deutschen Strommixes verwendet.

Quelle: Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strommixes im Jahr 2021 sowie Ausblicke auf 2030 und 2050, Okt. 2022 IINAS

# Betriebsemissionen

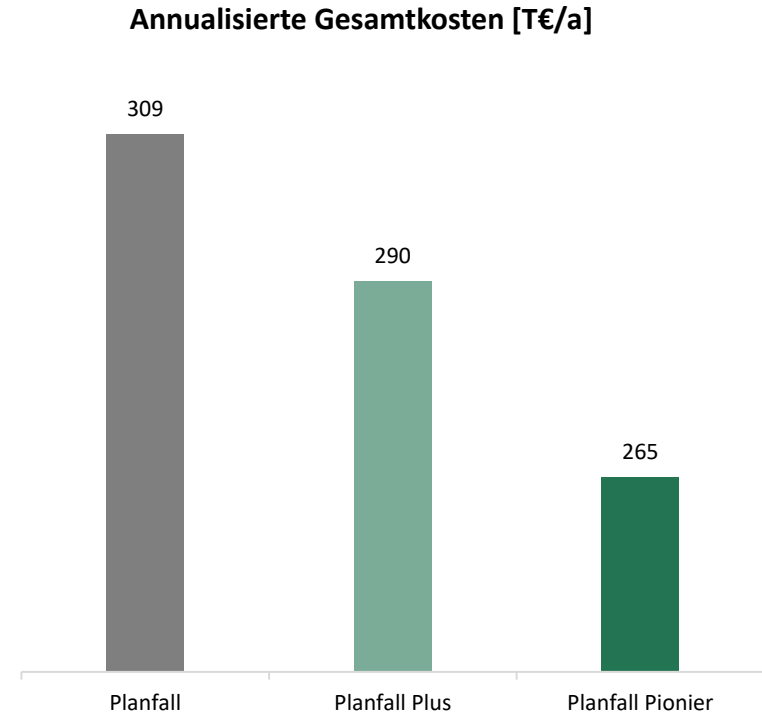
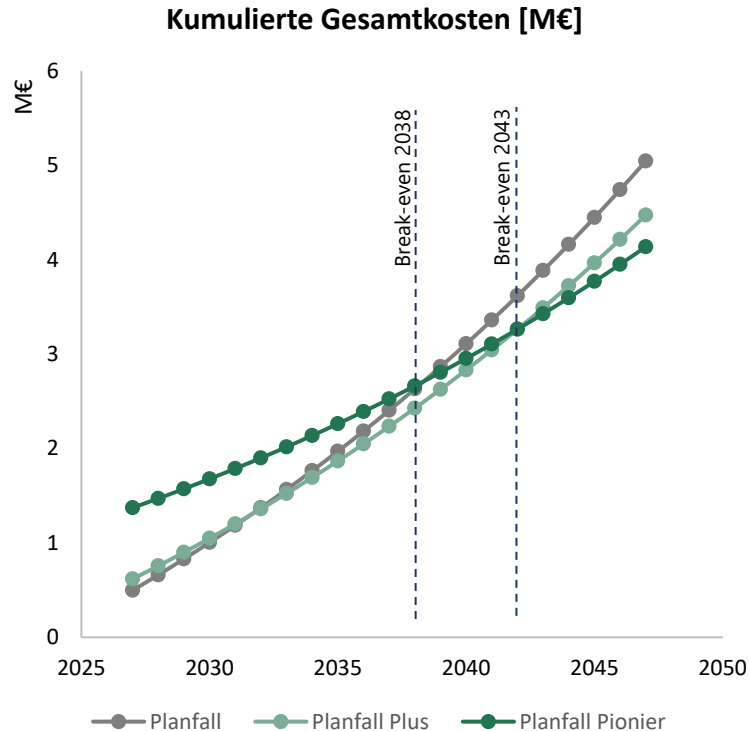
Auswirkung des PV-Flächenanteils (ausgehend vom Planfall Pionier)



Das Diagramm zeigt die Auswirkung einer Erweiterung der PV-Modulfläche (Zuwachs zw. 10%-50% der aktuell angesetzten Fläche) auf die Betriebsemissionen. **840-1060 m<sup>2</sup> zusätzliche PV-Modulfläche ermöglicht die bilanzielle Klimaneutralität des Stadionsbetriebs für den Planfall Pionier bis 2035.**

# Annualisierte Gesamtkosten des Betriebs (bis 2047)

## Referenzfall Netzstrom

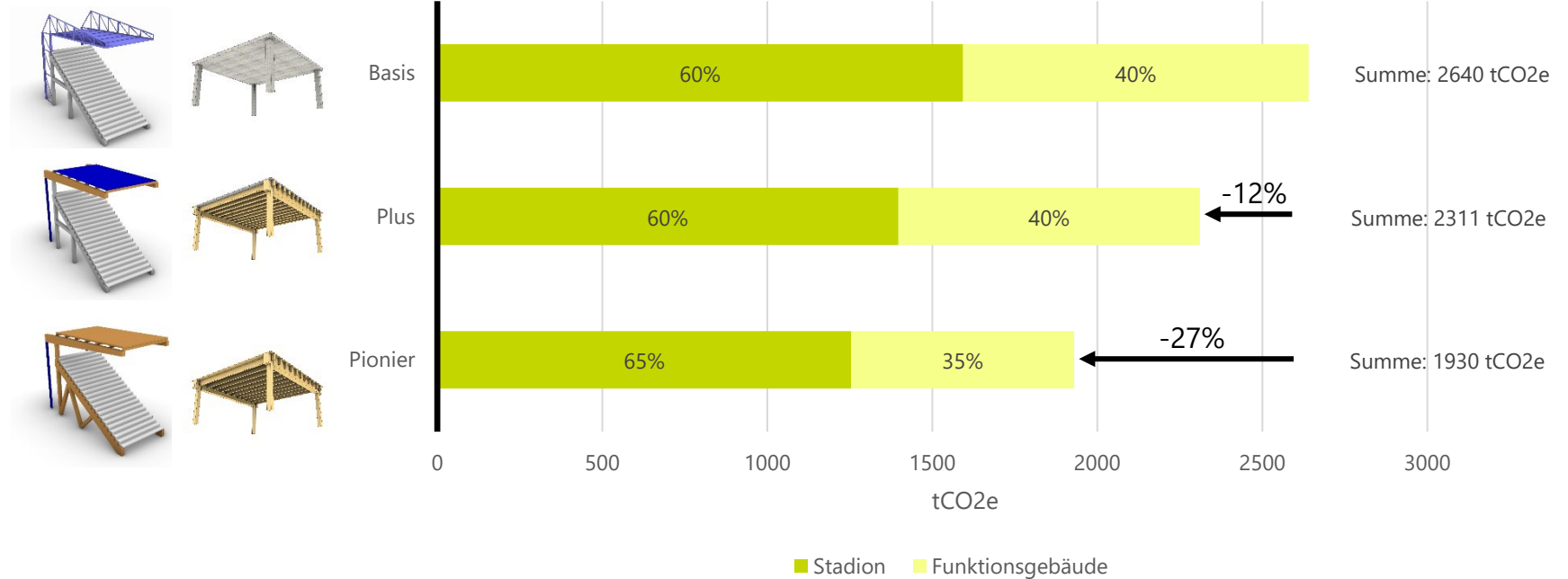


Über 20 Jahre hinweg erweist sich der **Planfall Pionier** bei einer Annahme eines Energiepreisanstiegs von 3 % pro Jahr und der direkten Einspeisung von PV-Strom in das Netz (Volleinspeisung) in allen Fällen als die wirtschaftlichste. Auch wenn das Szenario die höchsten Investitionskosten hat, erzielt es eine Gesamteinsparung von ca. 0,7 Mio. € über den Betrachtungszeitraum.

# Graue Emissionen

## Gesamtbilanz Tribünen und Funktionsgebäude

### Herstellungsemissionen A1-A3 (Fossil)

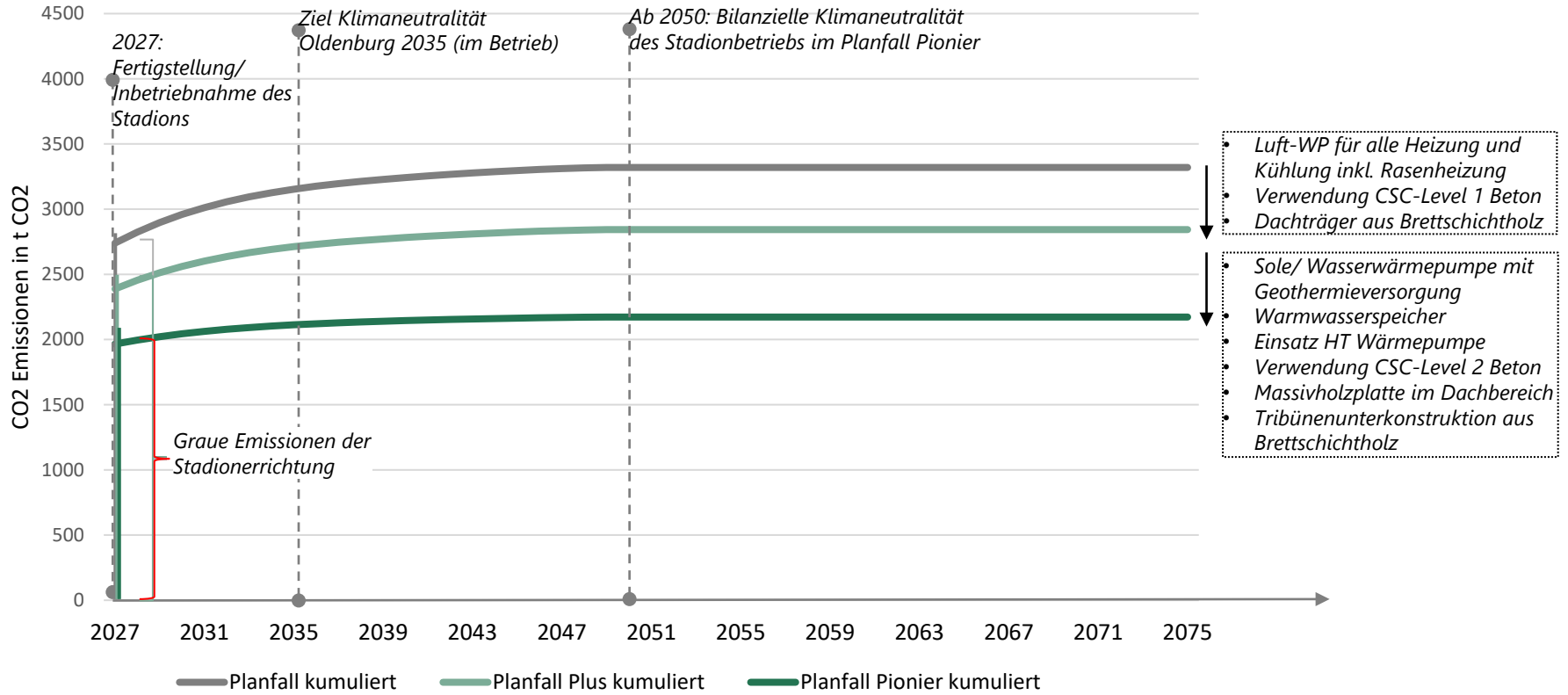




# **Gesamtbilanz und zentrale Schlussfolgerungen**

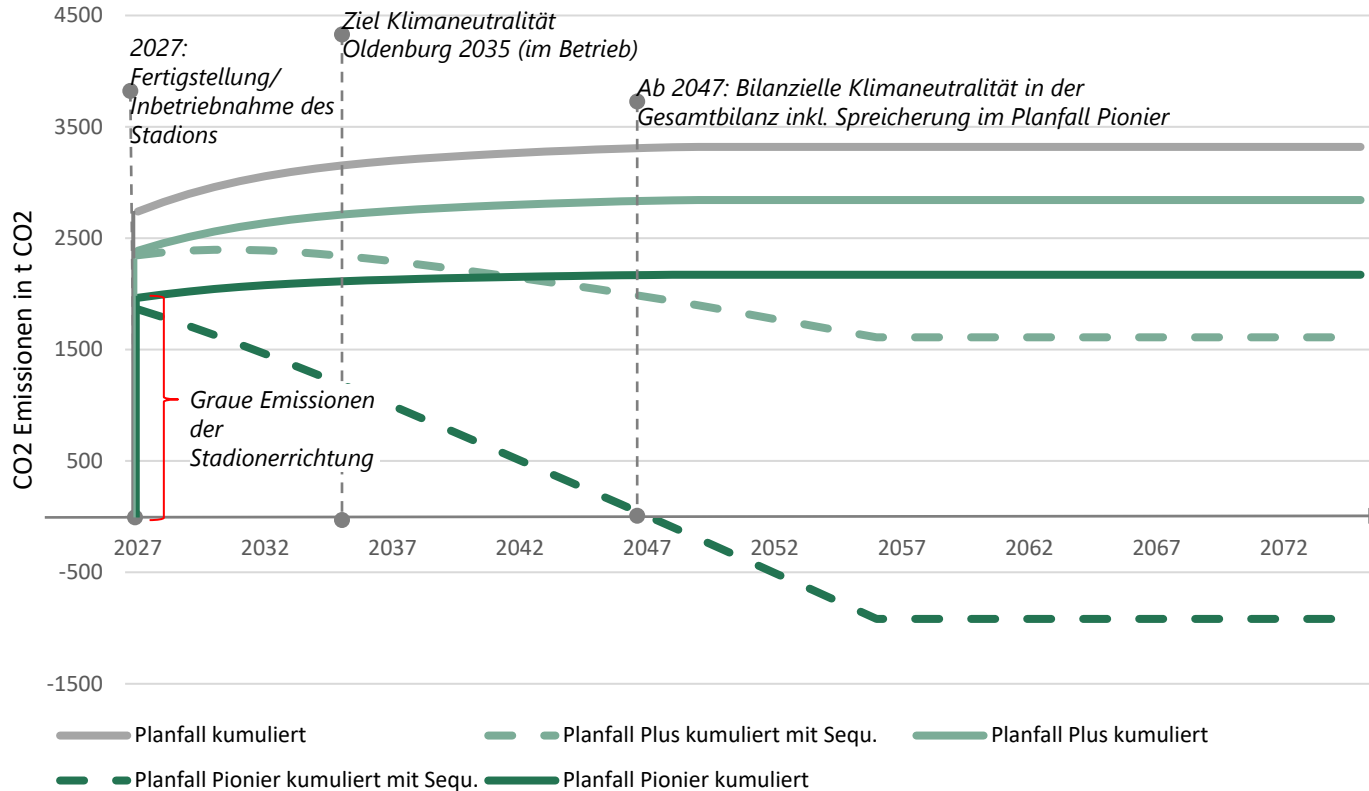
# Kumulierte Gesamtemissionen über 50 Jahre

## Betriebs- und graue Emissionen



# Kumulierte Gesamtemissionen über 50 Jahre

## Betriebs- und graue Emissionen mit Kohlenstoffspeicherung



Unter Berücksichtigung des **gespeicherten Kohlenstoffs (Sequestrierung)** im verbauten Holz wird Klimaneutralität in der Gesamtbilanz über den Betrachtungszeitraum erreicht.

Dieser gespeicherte Kohlenstoff wird in der CO<sub>2</sub> Bilanz als die Speicherung von Kohlenstoff in einem nachgepflanzten Baum über den Zeitraum von 30 Jahren kontinuierlich angerechnet.

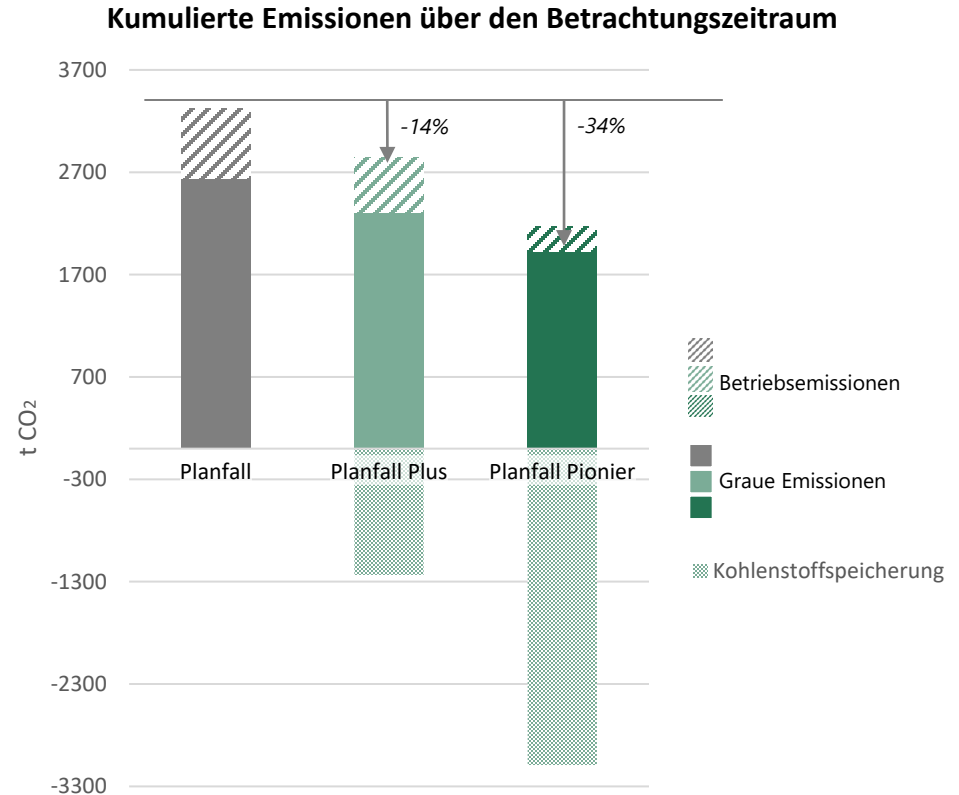
Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass dieser Kohlenstoff bilanziell am Lebensende wieder freigesetzt wird.

# Kumulierte Gesamtemissionen über 50 Jahre

## Betriebs- und graue Emissionen

### Erkenntnisse und Schlussfolgerungen

- Reduktion der kumulierten Gesamtemissionen über einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren um **14% im Planfall Plus** und um **34% im Planfall Pionier**
- Im Planfall Pionier setzt sich diese aus einer Reduktion der Betriebsemissionen um 64% und einer Reduktion der grauen Emissionen um 27% zusammen
- Angestrebte **Klimaneutralität** im Betrieb bilanziell ab dem **Jahr 2050** möglich
- Für Klimaneutralität im Betrieb ab **2035** ist eine **Steigerung der PV-Flächen um 50%** notwendig
- Unter Berücksichtigung der Verwendung von Ökostrom ab Inbetriebnahme des Projektes erreicht das Projekt bilanziell ab Inbetriebnahme **Klimaneutralität im Betrieb**. Dies ist auf den CO<sub>2</sub> Emissionsfaktor von Ökostrom zurückzuführen (0 kgCO<sub>2</sub>e/kWh)





# Handlungsbedarfe für Klimaneutralität des Stadionneubaus in Oldenburg

**Klimaneutralität im Betrieb gemäß der Zielstellung Oldenburg 2035 wird erzielt, wenn:**

- **Die erneuerbaren Energieversorgung des Stadions maximiert wird:**
  - Umsetzung von Photovoltaik auf einer maximalen Tribürendachfläche
  - Einsatz von Geothermie (Versorgung der Grundlast Rasenheizung sowie Heiz- und Kühllast)
- **Eine maximale Effizienzsteigerung in der Anlagentechnik erfolgt:**
  - Integration eines Warmwasserspeichers
  - Einsatz effizienter Wasser-Wärmepumpen für die Warmwasserversorgung

**Klimaneutralität in der Konstruktion/graue Emissionen bis 2035 wird erzielt, wenn:**

- **Ein optimierter Materialeinsatz bereits frühzeitig in der Planung berücksichtigt wird:**
  - Maximierung des Einsatzes von Brettschichtholz in witterungsgeschützten Bauteilen (Tribünenunterkonstruktion, Dachhauptträger, Massivholzplatte)
  - CO<sub>2</sub> reduzierter Beton (CSC Level 2) in witterungsausgesetzten Bauteilen (Tribünen)
- **Der im Holz gespeicherte Kohlenstoff in der Bilanzierung berücksichtigt wird.**

---

**BURO HAPPOLD**

---

**Vielen Dank!**

**[www.burohappold.com](http://www.burohappold.com)**