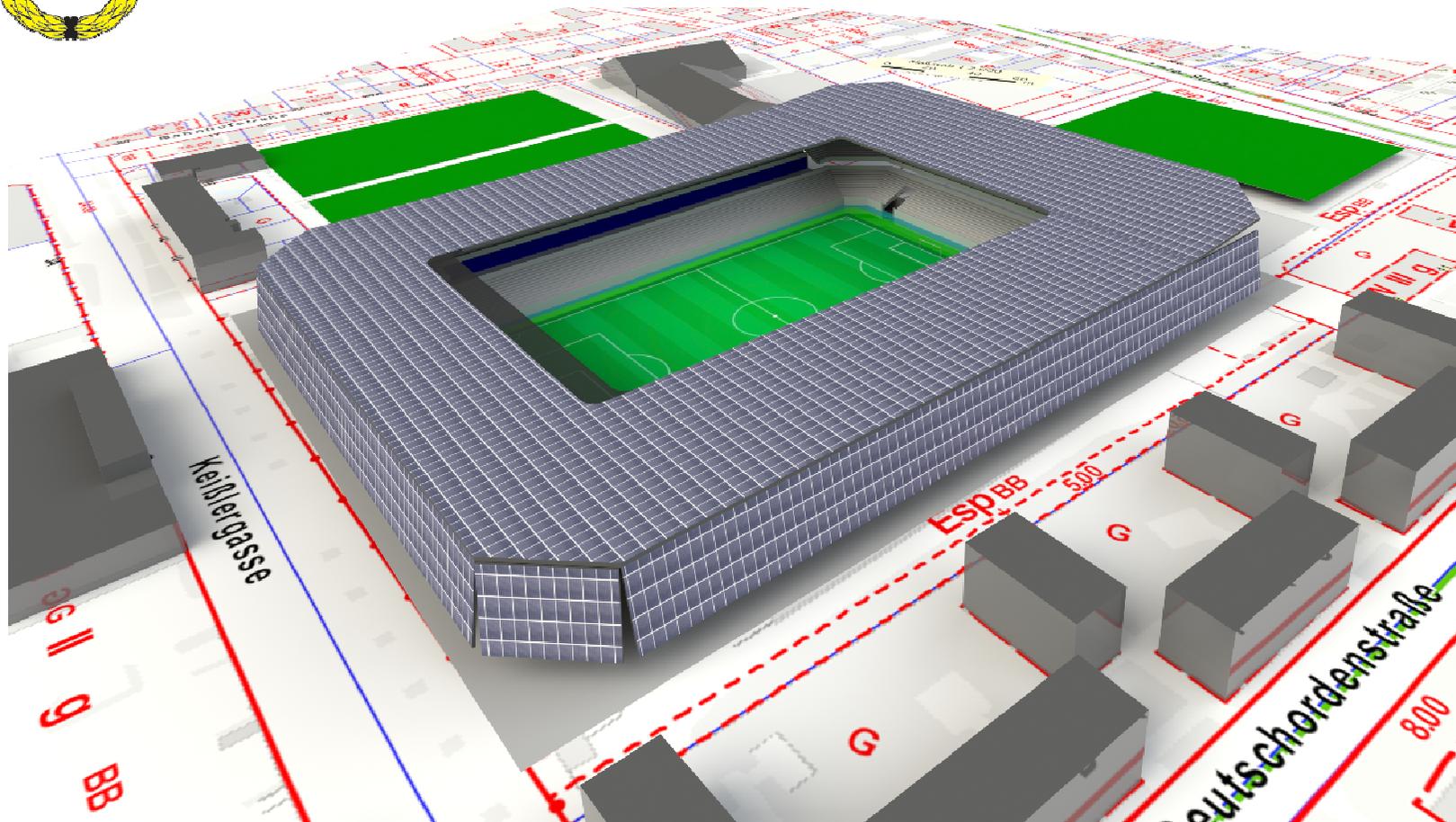




ENERGIEPLUS STADION



„Ein grünes Stadion für die Grün-Weissen.“

- Energieverbrauch Stadion, anhand Coface Arena Mainz
- Einsparmaßnahmen
- Photovoltaik
- Wärmepumpe / Eisheizung
- Finanzierung, Amortisation
- Vermarktung

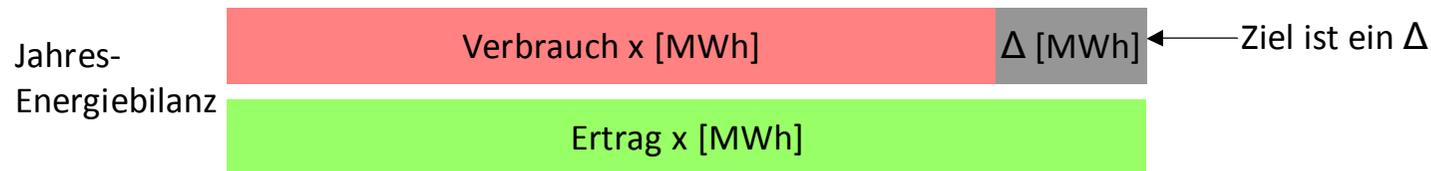
Alle verwendeten Werte wurden anhand von Verbrauchsaufzeichnungen des SK Rapid Wien und des FSV Mainz 05 und anhand Internet Recherche entwickelt.

Die genannten Werte unterliegen einer großen Schwankungsbreite und sind daher nur als Präsentationswerte zu verstehen. Da eine genauere Analyse im Rahmen unserer Kapazitäten nicht möglich war.

Projektziel **EnergiePLUS Stadion**:

produziert übers Jahr mehr Energie, als es selbst verbraucht.

Von einem **EnergiePLUS Stadion** sprechen wir, wenn der jährlicher Primärenergieverbrauch für Strombetriebene Prozesse (Beleuchten, Lüften, etc.), Heizen und Kühlen, mit der am/im Gebäude produzierten erneuerbaren Energie, am Standort Wien gedeckt werden kann.



Es gibt zwei Ansätze um das Ziel **EnergiePLUS Stadion** zu erreichen:

1) Passiv:

Verbrauch minimieren.

2) Aktiv:

Ertrag maximieren.

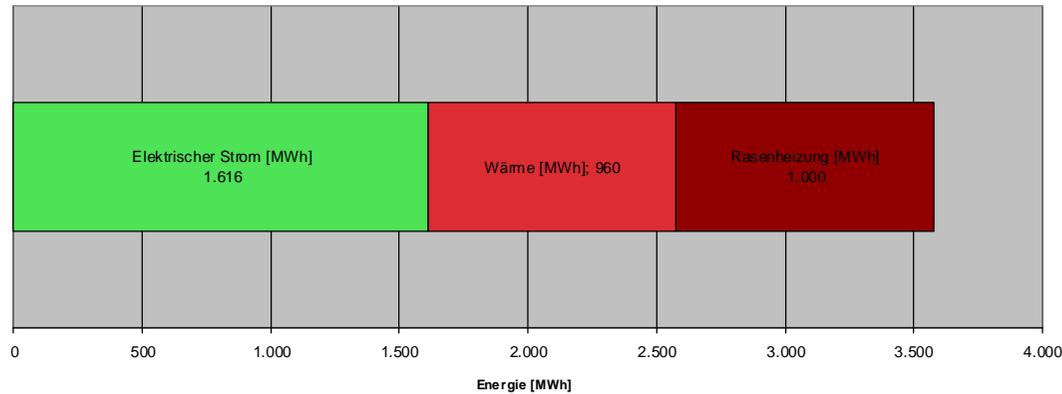
(wie kann man nachhaltig, das heißt ohne Einsatz fossiler Energieträger, Energie für den Betrieb des Stadions bereitstellen.)

Grundsätzlich gilt der Slogan:

„eingesparte Energie ist die beste Energie“

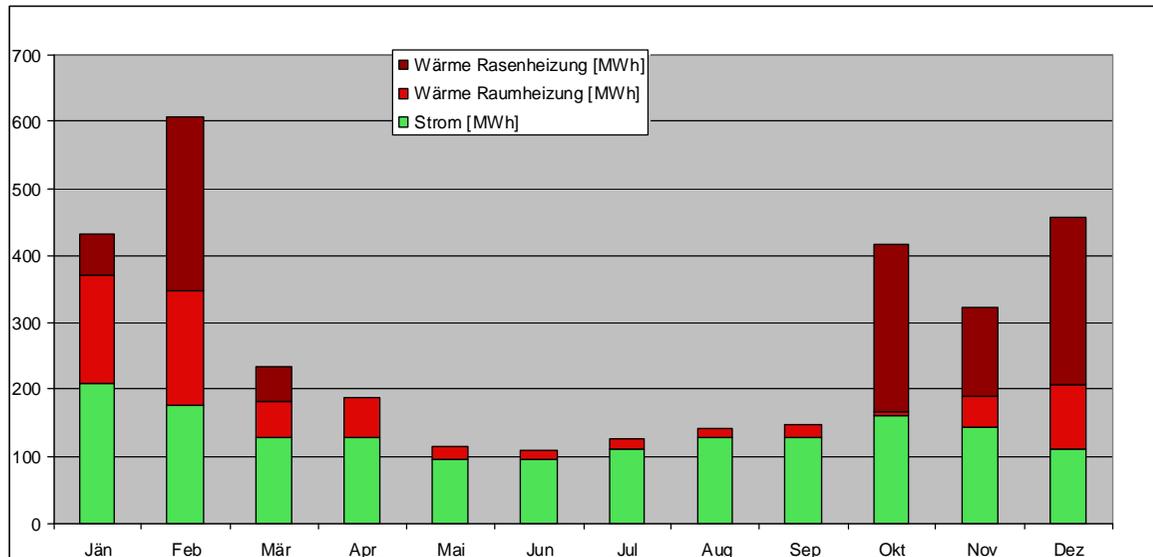
Energieverbrauch für Stadion in geplanter Größe, anhand Coface Arena, Mainz

Gesamtbedarf [MWh]



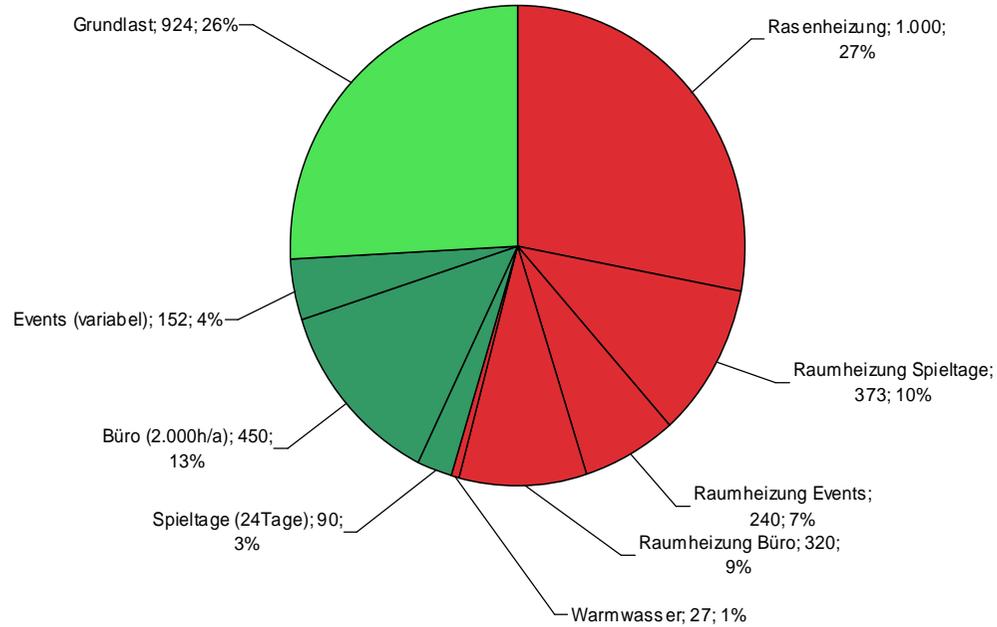
Jahres-Energieverbrauch für Stadion in geplanter Größe (ca. 30.000 Plätze)
 → 3.600 MWh

Gesamtbedarf [MWh] monatliche Verteilung

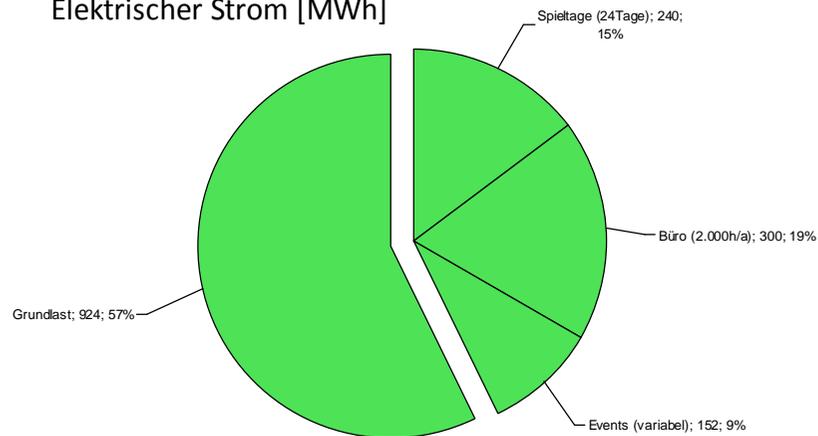


*) Alle verwendeten Werte wurden anhand von Verbrauchsaufzeichnungen des SK Rapid Wien und des FSV Mainz 05 und anhand Internet Recherche entwickelt. Die genannten Werte Unterliegen einer großen Schwankungsbreite und sind daher nur als Präsentationswerte zu verstehen.

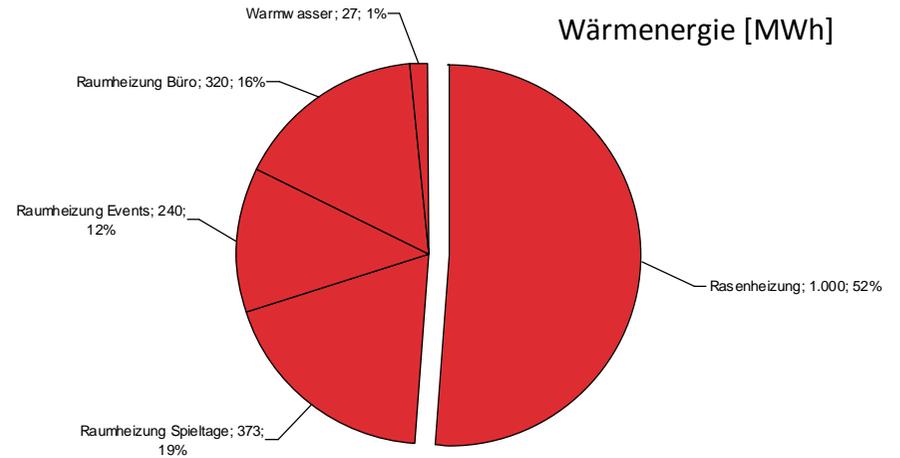
Energieverbrauch-Verteilung ...nach den größten Verbrauchsbereichen



Elektrischer Strom [MWh]



Wärmenergie [MWh]



*) Alle verwendeten Werte wurden anhand von Verbrauchsaufzeichnungen des SK Rapid Wien und des FSV Mainz 05 und anhand Internet Recherche entwickelt. Die genannten Werte unterliegen einer großen Schwankungsbreite und sind daher nur als Präsentationswerte zu verstehen.

PASSIVE- Systeme

Strom:

- **Bewusster Umgang mit elektrischer Energie**
- **Elektrogeräte mit höchster Energieeffizienzklasse**
- **LED- Beleuchtung**
- **Ausgeklügelte Gebäudesteuerung (Bewegungsmelder und Zeitschalter für Beleuchtung)**
- eventuell Tageslichtnutzung im Gebäude

Wärme:

- **Bauen in Passivhausstandard (Dämmung, Wärmeschutzverglasungen, Luftdichte Bauweise, kontrollierte Raumlüftung)**
- Außendämmung bei ständig genutzten Gebäudeteilen zB Restaurant Cafe, Büro, Fanshop etc. Innendämmung temporär genutzter Bereiche zB Kabinen, VIP Klub, TV und Pressebereiche (da Nutzungsdauer von nur ca. 100-200h/Jahr)
- Südseitige Ausrichtung der Glasflächen (ist am Standort nicht möglich)
- Abwärmenutzung von Kühlgeräten

Kühlung:

- Glasanteil und Sonnenschutz
- **Nachtlüftung**
- Südseitige Ausrichtung der Glasflächen (ist am Standort nicht möglich)

AKTIVE- Systeme

Strom:

- **Photovoltaik**
 - AUF Dach
 - **IN Dach**
 - Dünnschichtmodule

Wärme:

- **Eis Heizung**
- Geothermie
 - Erdwärmepumpe
 - **Grundwasserwärmepumpe**
- Solarthermie
 - Solarthermie Module
 - Photovoltaik-Thermie Module

Kühlung:

- **Adiabatische Abluftkühlung**
- Erdwärmetauscher
- Grundwasser
- Luftbrunnen

Stromverbrauch - Grundlast

ENERGIEPLUS STADION

Problem Grundlast:

Die **Grundlast von 150kW** bedeutet, dass 24h an 365 Tage im Jahr, mindestens 150kW aus dem Netz bezogen wird.

Das ergibt auf ein Jahr gesehen ($150\text{kW} \times 8760\text{h} = 1.300\text{MWh}$)

Bei einem jährlichen Gesamtstromverbrauch von 1.600MWh, bedeutet dass, Das **75%!! des Stromverbrauchs aufgrund dieser Grundlast** entsteht!

Welcher Größenordnung diese Grundlast von 150kW entspricht, zum Vergleich, ein großer Haushaltskühlschrank hat eine Leistung von 90 Watt ein starker Office-PC 300Watt (wohlgemerkt bei voller Leistung!)

Also entspricht diese Grundlast von 150.000 Watt, als wenn

- **1700 Haushaltskühlschränke oder**
- **500 Starke Office-PCs**

ständig auf Vollast am laufen würden.

Mögliche Verbraucher..

Gebäudetechnik (Lüftungen, Kühlräume, diverse Sensoren und Messanlagen mit den Rechnern der Gebäudetechnik, Server der Gebäudetechnik, Sprinkleranlagen), Sicherheitseinrichtungen (Notbeleuchtung, Alarmanlage, Nachtwächter, Überwachungskameras, Brandschutzeinrichtungen mit Feuermelder, Brandschutztüren etc.), Büroräumlichkeiten (Standby mancher Geräte, Serverraum, Kühlschränke)

Abhilfe:

Clevere Gebäudesteuerung, effiziente Geräte, LED Beleuchtung



Quelle: Lastdiagramm FSV Mainz 05, März 2012

*) Alle verwendeten Werte wurden anhand von Verbrauchsaufzeichnungen des SK Rapid Wien und des FSV Mainz 05 und anhand Internet Recherche entwickelt. Die genannten Werte unterliegen einer großen Schwankungsbreite und sind daher nur als Präsentationswerte zu verstehen.

Stromverbrauch - Spieltag

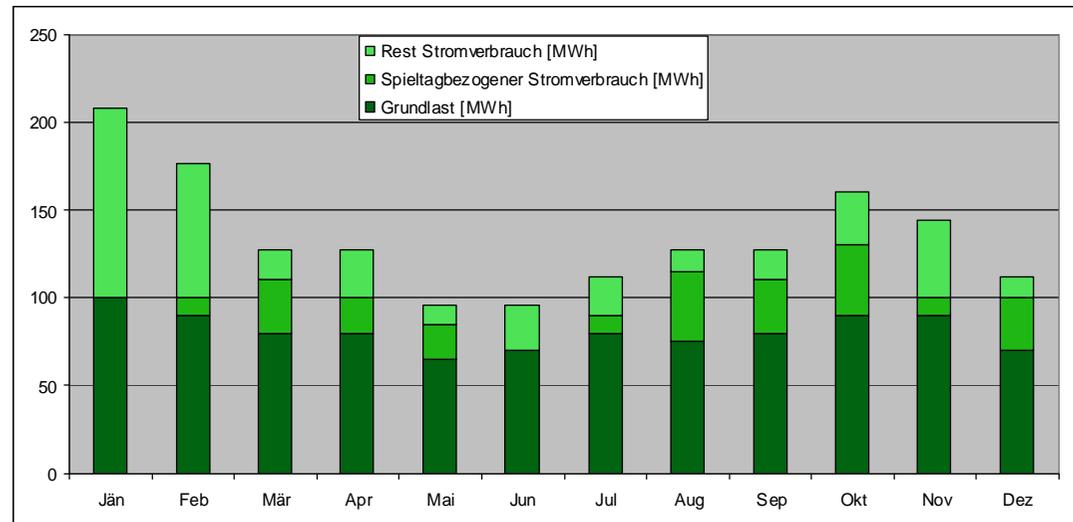
Spieltagbezogener Stromverbrauch

Die Spieltage stellen zwar **die absoluten Spitzen im Leistungsdiagramm** dar, hier wird bis zu 1200kW aus, machen aber aufgrund des kleinen jährlichen Zeitanteils nur einen kleinen Teil des Stromverbrauchs aus.

bei ca. 900kW über einen Zeitraum von 8 Stunden, ergibt das pro Spieltag 10.000kWh, was bei 24 Spieltagen 240MWh Stromverbrauch ergibt.

Flutlicht	400kW	→ 2,4MWh
ca. 200 Halogen-Metaldampflampen je 2kW		
Anzeigetafel	100kW	→ 0,6MWh
2x100m ² je 50kW		
Beschallung	130kW	→ 0,5MWh
Rest		6,5MWh
Summe Spieltag		ca. 10MWh/Spiel

24 Spieltage → 240MWh/a
15% des Gesamtstromverbrauchs



*) Alle verwendeten Werte wurden anhand von Verbrauchsaufzeichnungen des SK Rapid Wien und des FSV Mainz 05 und anhand Internet Recherche entwickelt. Die genannten Werte unterliegen einer großen Schwankungsbreite und sind daher nur als Präsentationswerte zu verstehen.

Energie - Einsparpotenzial

Elektrischer Strom – Verbrauch 1.600MWh

Grundlast soll gesenkt werden..

LED Beleuchtung, Lichtzeitschalter, Bewegungsmelder für Licht laut Aussage aus Mainz besteht hier tatsächlich Potenzial.

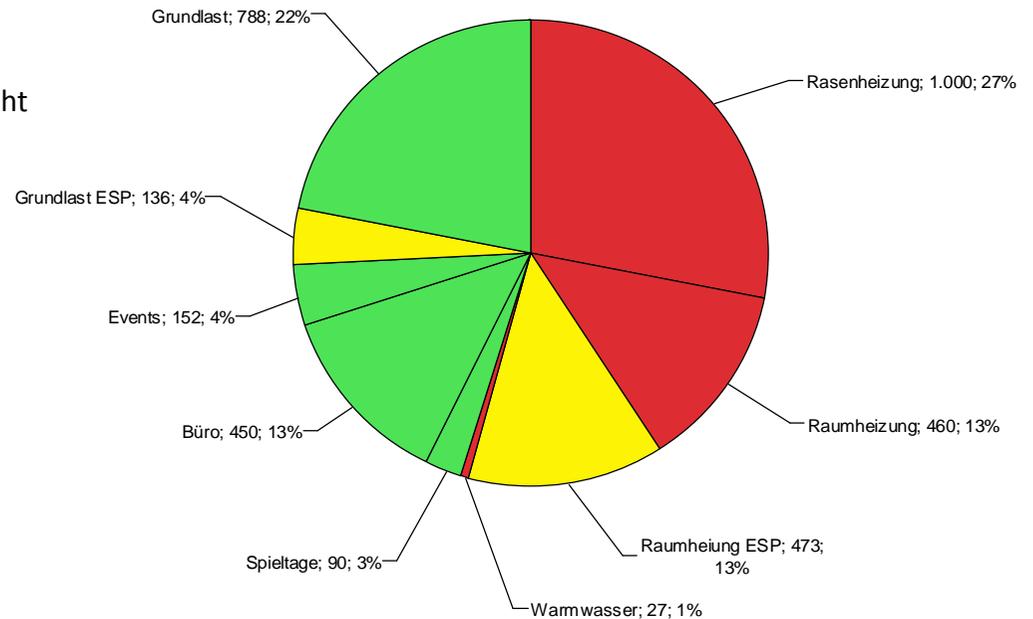
→ Einsparpotenzial: 10% des Stromverbrauchs (schätzung)

Wärme – Verbrauch 1.900MWh

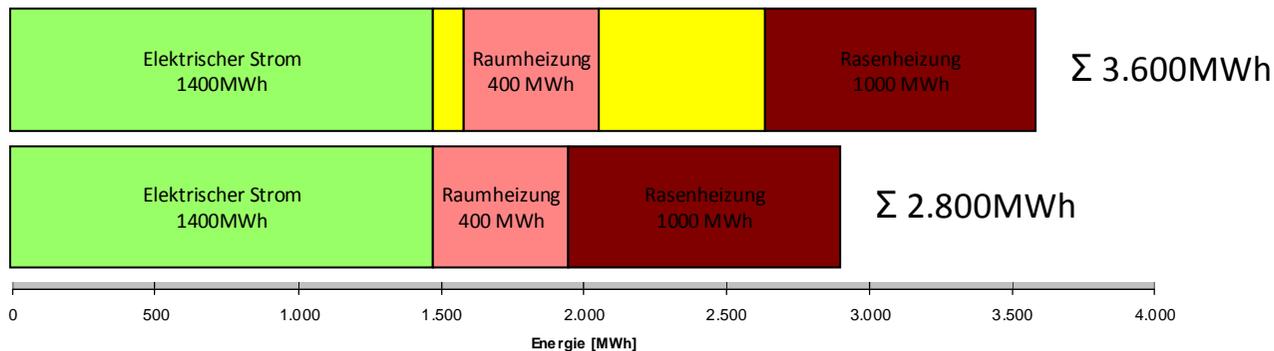
Zonierung des Gebäudes:

Täglich genutzte Bereiche in Passivhausstandard

→ Einsparpotenzial: 30% des Wärmeverbrauchs (schätzung)



Einsparpotenzial Graphische Darstellung (gelbe Bereiche):



*) Alle verwendeten Werte wurden anhand von Verbrauchsaufzeichnungen des SK Rapid Wien und des FSV Mainz 05 und anhand Internet Recherche entwickelt. Die genannten Werte unterliegen einer großen Schwankungsbreite und sind daher nur als Präsentationswerte zu verstehen.

Die Außenform des Stadions ist stark in die Coface Arena Angepasst.

Die gesamte Außenhülle des Gebäudes ist mit Photovoltaik Modulen eingedeckt.

Mit knapp 26.000m² Photovoltaik und einer Leistung von 3,8MWp wäre dies eine der größten Gebäudeintegrierten Photovoltaikanlagen der Welt und die größte seiner Art Auf einem Stadion.

Kühlung:

adiabate Kühlung, arbeitet nahezu ohne elektrischer Energie.

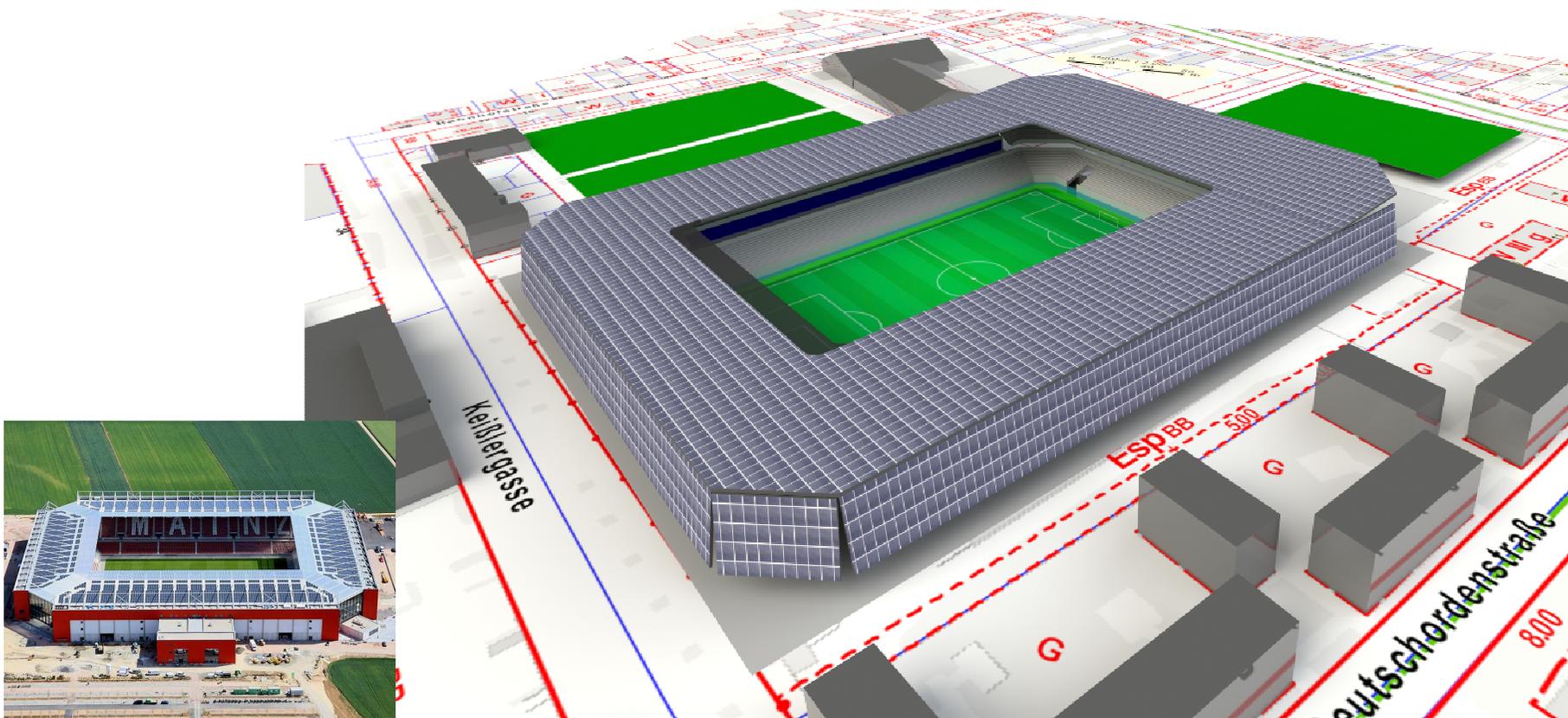
Heizung:

Variante 1:

Wärmeversorgung wird wie bisher mit Erdgasheizung gedeckt.

Variante 2:

Wärmeversorgung wird mit Grundwasserwärmepumpe oder einer Eisheizung gedeckt.



Photovoltaik

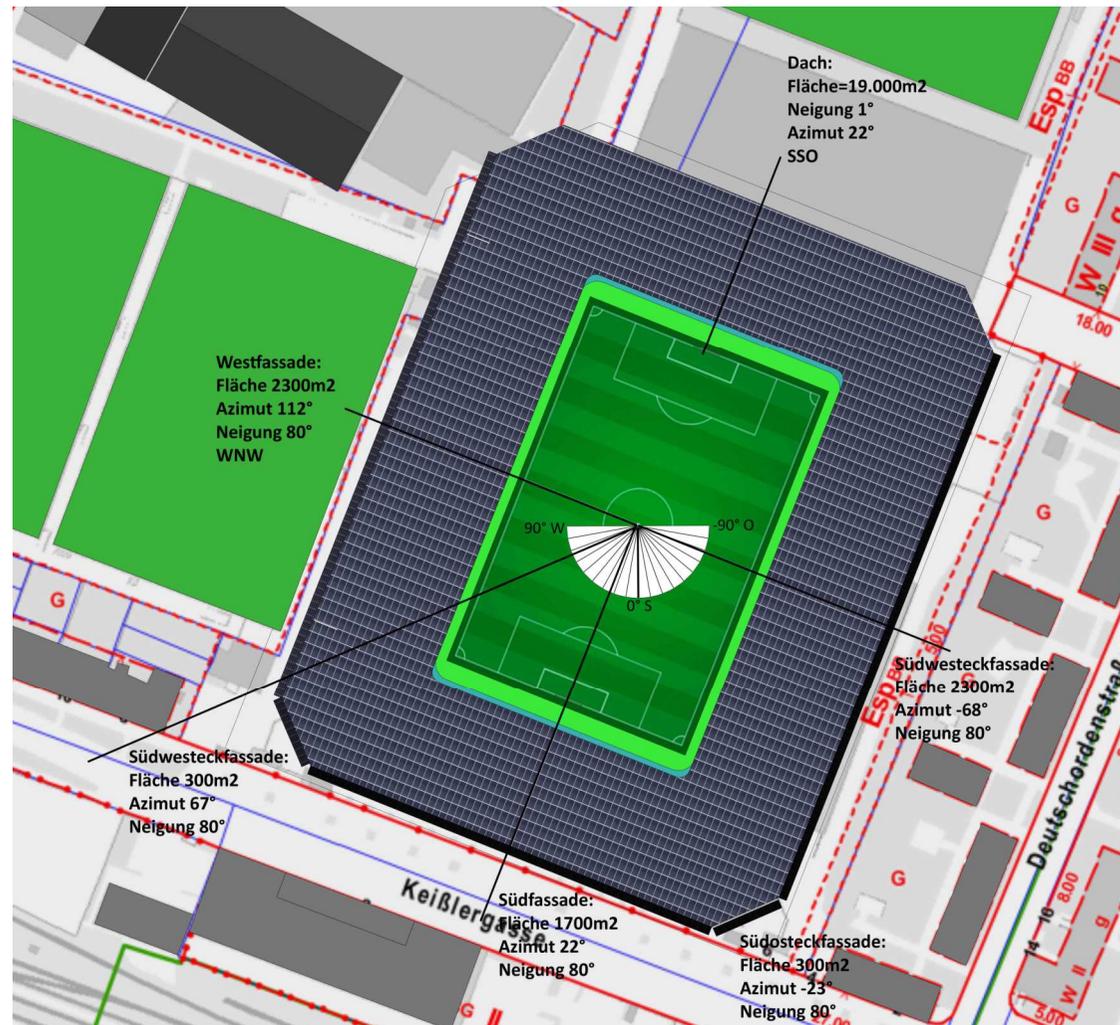
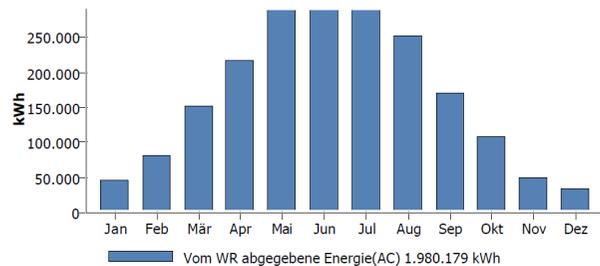
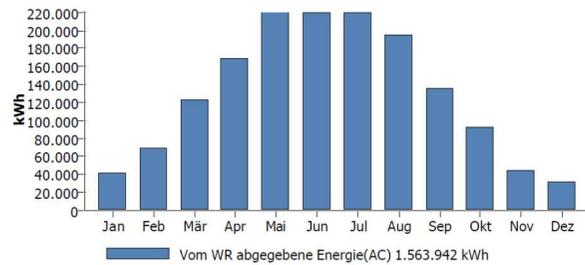
Photovoltaik:

AUF-Dach Konstruktion

Photovoltaikfläche gesamt	25.000m ²
Photovoltaik Fassade	6.000m ²
Photovoltaik Dach	19.000m ²

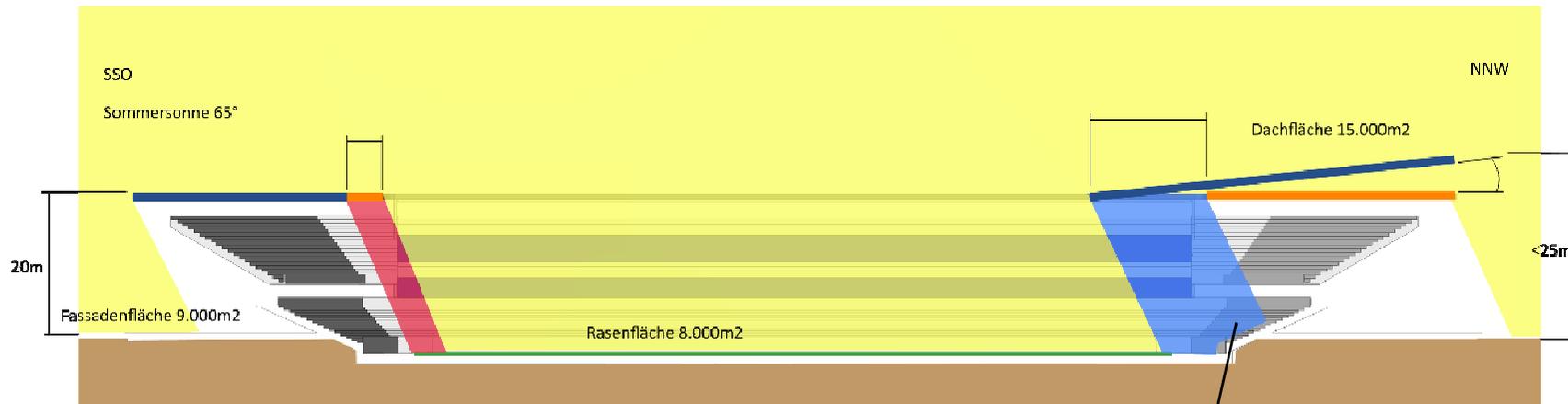
Anlagenleistung Gesamt: 3,8 MWp

Anlagenertrag/Jahr gesamt 3.544.000 kWh



Optimierte Dachform:

Sonne auf den Rängen ist ungenutzte solare Energie und soll vermieden werden.
 Das Dach soll auf der Nordseite über den Rasen verlängert werden, so dass trotzdem das gesamte Spielfeld mit Sonnenlicht versorgt wird und zusätzliche ca. 1.000m² Dachfläche generiert werden können.



Stromverteilung und etwaiger Strom für Wärmepumpe bei Jahresarbeitszahl von 5:

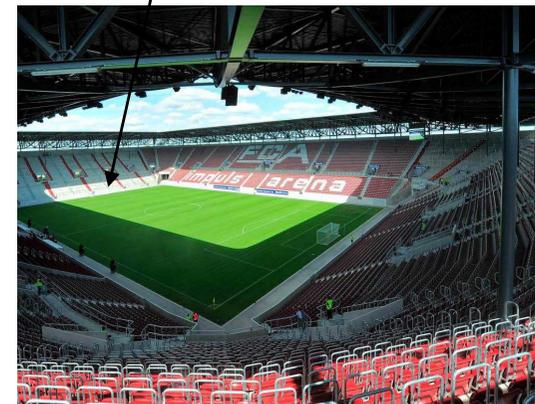
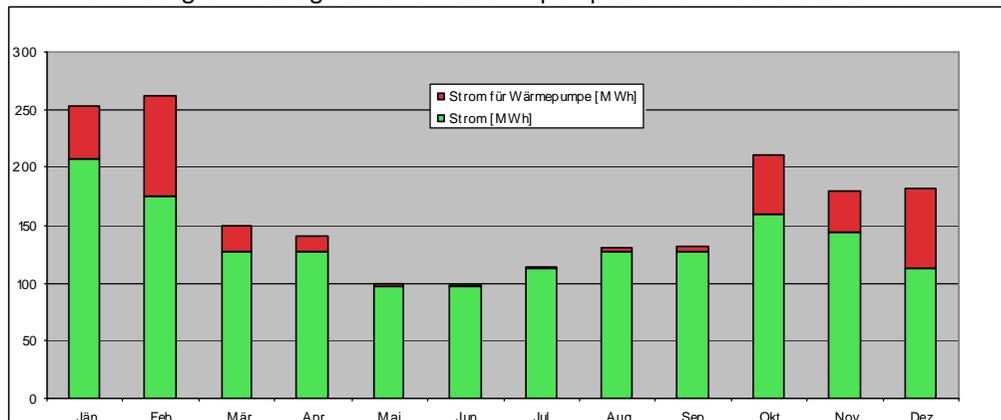


Bild: Impuls Arena, Augsburg

*) Alle verwendeten Werte wurden anhand von Verbrauchsaufzeichnungen des SK Rapid Wien und des FSV Mainz 05 und anhand Internet Recherche entwickelt.
 Die genannten Werte unterliegen einer großen Schwankungsbreite und sind daher nur als Präsentationswerte zu verstehen.

Wärmeverbrauch

ENERGIEPLUS STADION

Gesamtwärmededarf Mainz: 1.960MWh/a

Verteilung:

Rasenheizung 1.000MWh/a

Warmwasser 60MWh/a

-> 900MWh/a für Raumheizung

Beheizte Fläche in Mainz: 4.000m² (geschätzt)

HZWB Mainz → 250kWh/m².a

Da wir ein Stadion in Passivhausstandard konzipieren wollen wäre unser ZIEL- Heizwärmebedarf optimistisch 50kWh/m².a (vergleich Passivhaus 15kWh/m².a)
Das ergäbe einen Wärmebedarf von 200MWh/a



Mehrkosten für Passivhausstandard bei Neubauten 5-10% (500.000 – 1.000.000)

Passivhausstandard Bauphysik:

- jährlicher Heizwärmebedarf <15 kWh/(m²a)
- Heizwärmelast < 10 W/m²
- Raumlftwechselrate N50 < 0,6
- Glasanteil an der Fassade 60 %, U-Wert 0,8 W/m²K
- Opaker Anteil an der Fassade 40 %, U-Wert 0,15 W/m²K
- Angestrebter U-Wert Fassade gesamt < 0,6 W/m²K

*Quelle Wikipedia Passivhaus

*) Alle verwendeten Werte wurden anhand von Verbrauchsaufzeichnungen des SK Rapid Wien und des FSV Mainz 05 und anhand Internet Recherche entwickelt.
Die genannten Werte Unterliegen einer großen Schwankungsbreite und sind daher nur als Präsentationswerte zu verstehen.

Wärmepumpe/Eisheizung

ENERGIEPLUS STADION

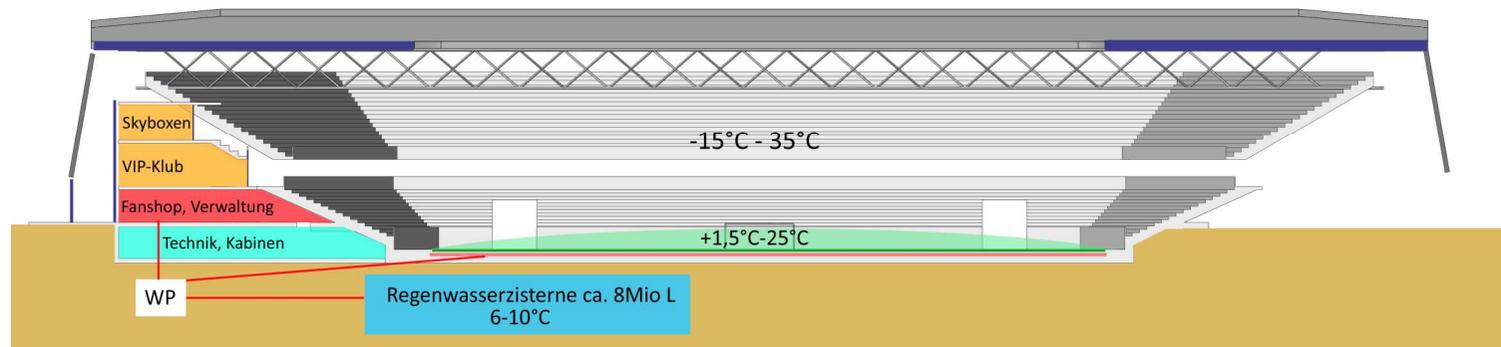
Wärme:

Variante 1:

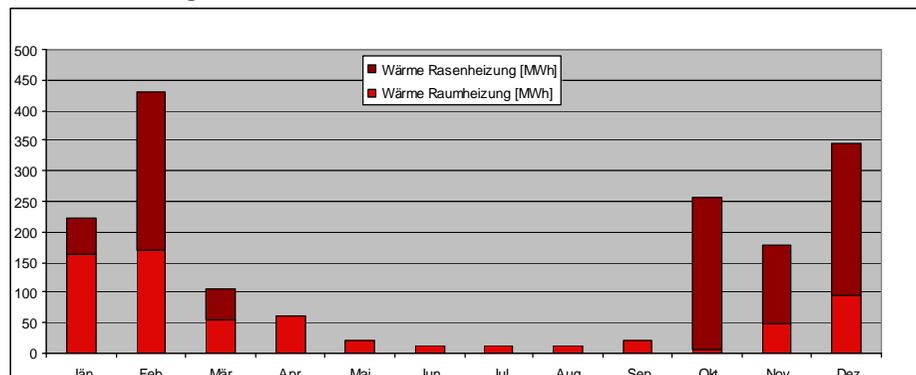
Die Zisterne die sich unter dem Spielfeld befindet, könnte für eine Grundwasserwärmepumpe genutzt werden und Wärme für Raumheizung Warmwasser und vor allem die Rasenheizung bereitstellen.

Variante 2:

Eisheizung, ein Teil der Zisterne könnte zur Eisheizung umgebaut werden.



Wärmeverteilung:



Leistung des Heizsystems:*

Rasenheizung 1.200kW

Sky-Boxen 170kW

VIP-Klub 330kW

Verwaltung 700kW

Bäder 360kW

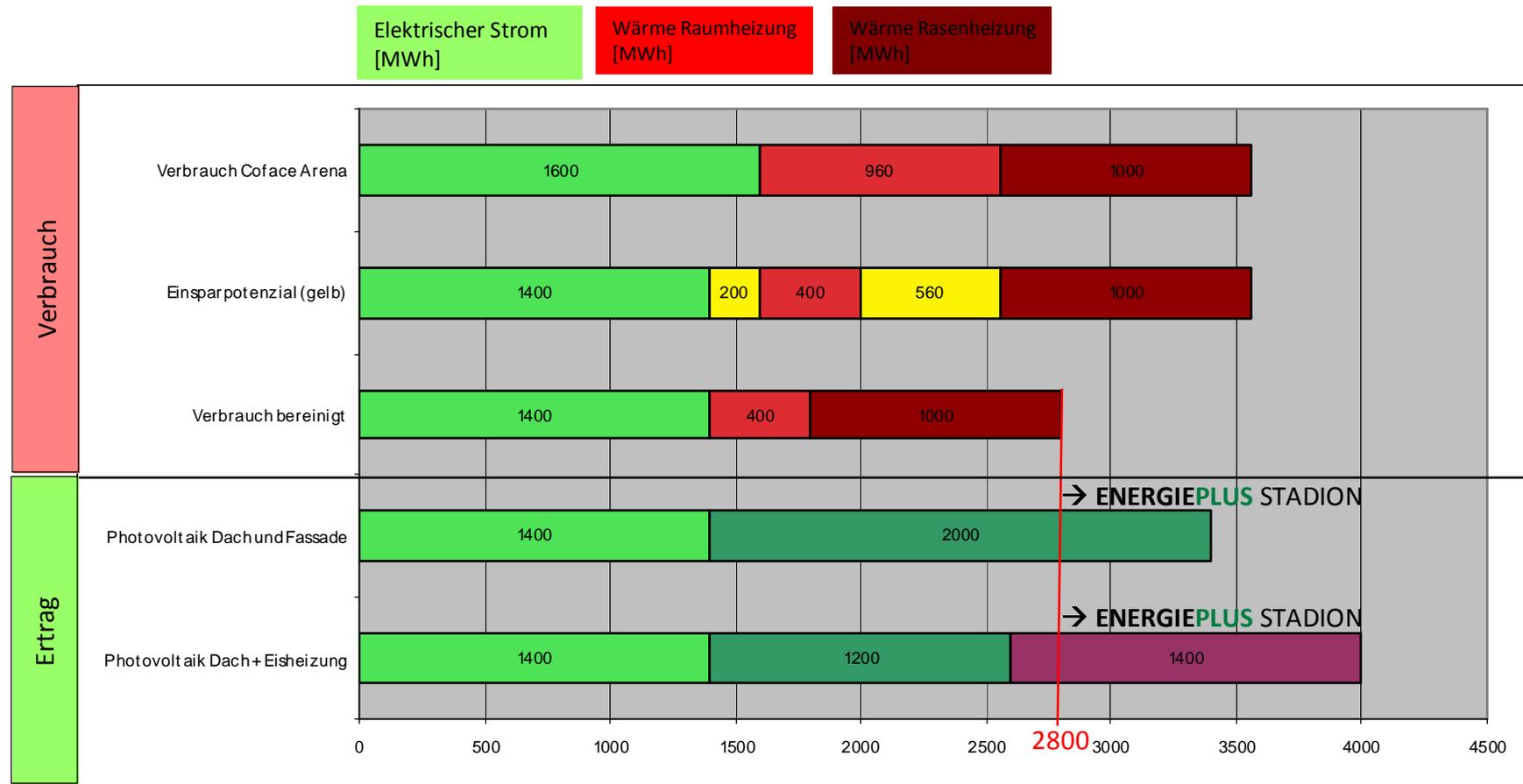
Summe 2.800kW

*Quelle: Folder Wärmepumpe FC Augsburg

*) Alle verwendeten Werte wurden anhand von Verbrauchsaufzeichnungen des SK Rapid Wien und des FSV Mainz 05 und anhand Internet Recherche entwickelt. Die genannten Werte unterliegen einer großen Schwankungsbreite und sind daher nur als Präsentationswerte zu verstehen.

Auswertung

ENERGIEPLUS STADION



Fazit Energiebilanz:

Nach Umsetzung von Einsparmaßnahmen gibt es 2 Varianten ein EnergiePLUS – Stadion zu realisieren.

+ sehr große Photovoltaikanlage auf Dach und Fassade.

+ Photovoltaikanlage nur auf dem Dach und Grundwasserwärmepumpe oder Eisheizung unter dem Stadion.

Gesamt-Ertrag Anlage = 3.544.000kWh

PV-Nettofläche = 24490m²

Flächenbezogener Ertrag → 145kWh/m².a

Leistung der Anlage: 3.800kWp

Herstellungskosten:

Kosten für Module:	ca. 1.100€/kWp*	→ 4.200.000€
Kosten für Unterkonstruktion, Montage, etc.:	ca. 500€/kWp*	→ 1.900.000€
Gesamt Herstellungskosten:	ca. 1.600€/kWp*	→ 6.100.000€

Auswirkung auf Kosten für Stadion:

😊 Bei IN-DACH Anlage entfallen Kosten für eine Dacheindeckung, da die Module gleichzeitig diese Aufgabe übernehmen.

Vereinfacht ausgedrückt: Rapid baut und finanziert ein Stadion ohne Dach und Fassade, Dach und Fassade ist gleichzeitig die PV-Anlage und wird somit durch die Fanbeteiligung finanziert, denn die Fans kaufen nicht nur die Module selbst sondern natürlich auch die dafür nötige Unterkonstruktion.

☹️ Marginal mehr Masse auf Dach → größere Last die Abgetragen werden müssen (größere Fundamente)

Einteilung pro „Fananteil“:

Man teilt die Anlage in z.B. 10.000 symbolische Anteile/Module zu je 2,5m²

Herstellungskosten 6.100.000€ / 10.000 Anteile → 610€/Anteil oder z.B. 649€* → Überschuss 39€ x 10.000 = 390.000€

Das heißt der Fan/Bürger bekommt für 649€ ein Modul zu 2,5m² welches pro Jahr (2,5m² x 145kWh/m²) 360kWh erzeugt, damit kann die Anlage errichtet werden.

*) Annahme

2 Varianten zur jährliche Vergütung:

Konventionelles – Modell

Verzinsung von 3%, bei Auszahlung

→ 22,80€ Zinsen

entspricht dem Bürgersolkraftwerk-Modell
von Wien Energie

Rapid – Modell

Verzinsung von 5%*, bei Auszahlung in Form von Genussscheinen

→ 38€ Zinsen, tatsächliche Kosten für Rapid z.B. 19€*

Genussschein Vorteile für Fan z.B.:

- 😊 66% höhere Verzinsung
- 😊 entweder Fanshop Gutschein oder Gutschrift auf Stadion-Gastrocard in Höhe von 38€.
- 😊 Vorkaufsrecht bei Pokalspielen, Internationalen Spielen Freundschaftsspielen und Abonnements

Genussscheinvorteile für Rapid:

- 😊 Die tatsächlichen Kosten der Vergütung sind für Rapid geringer, aufgrund der Gewinnspanne bei Fanshop und Stadiongastonomie z.B..
z.B. Gewinnspanne von 50%* $38€ \times 0,50 = 19€$
- 😊 380.000€ Fixumsatz für Rapid,
muss evaluiert werden, wie viel davon sowieso gemacht worden wäre.

Vergabefristen für Kauf der Module, Vorkaufsrecht für Rapidfans z.B.

- 2 Wochen für Vereinsmitglieder, ca. 7.000
- 2 Wochen für Jahreskartenbesitzer, ca. 10.000
- Freier Verkauf der Module

*) Annahme

Amortisation

Ertrag der Anlage: jährlich

Gesamt-Ertrag Anlage = 3.544.000kWh

Eigenbedarf: 1.600.000kWh → 45%

Überschuss: 1.944.000kWh → 55%

1.600.000kWh eigener Strombedarf Stadion

15%* wird direkt im Stadion verbraucht, ohne je ins Stromnetz eingespeist zu werden. → 240.000kWh

85%* wird zuerst in Stromnetzeingespeist und bei Bedarf (z.B. bei Spielen, Veranstaltungen) wieder entnommen → 1.360.000kWh

1.944.000kWh Überschuss-Stromproduktion

Beispiel für Vergütung, muss in Tarifverhandlungen festgelegt werden.

15% → 240.000kWh Stromtarif Rapid als Großkunde 0,10€/kWh* → + 24.000€/Jahr

85% → 1.360.000kWh spezieller Einspeise- und Entnahmetarif 0,10€/kWh* → + 136.000€/Jahr

1.944.000kWh allgemeiner Ökostrommarktpreis 0,04€/kWh* → + 80.000€/Jahr

Mehrwert der Namensrechte am Stadion durch PV-Anlage → + xxx€/Jahr

Gesamt Vergütung des Stromertrags ohne Vermarktungswert der Anlage → + 240.000€/Jahr

Aufwände der Anlage: jährlich

Wartung: ca. 0,2%* der Herstellungskosten → - 12.000€/Jahr

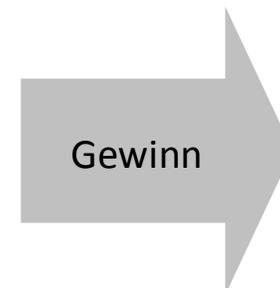
Versicherung: ca. 0,3%* der Herstellungskosten → - 18.000€/Jahr

Wechselrichter Tausch innerhalb 20 Jahren: ca. 0,4%* der Herstellungskosten → - 24.000€/Jahr

Finanzierungskosten lt. Fanbeteiligungsmodell: ca. 2%* der Herstellungskosten → - 180.000€/Jahr

Gesamt Aufwände ohne Finanzierung → - 54.000€/Jahr

Gesamt Aufwände mit Finanzierung → - 234.000€/Jahr



*) Annahme

Amortisation

ENERGIEPLUS STADION

Amortisation Photovoltaik Anlage:



Gewinn durch Bürgerbeteiligung
(Wien Energie - Modell)
X €

Gewinn durch Bürgerbeteiligung
mit Genussscheinen
(Rapid - Modell)
X €

Es gibt in Wien wohl keinen prominenteren und
Medienwirksameren Standort für eine PV - Anlage
als auf dem Dach eines **neuen** Rapid Stadions!
Es wäre das erste **EnergiePLUS Stadion** und die
größte Photovoltaikanlage auf einem Stadionsdach
weltweit!

Fazit Wirtschaftlichkeit:
Anlage ist prinzipiell durch Bürgerbeteiligungsmodell
zu finanzieren.

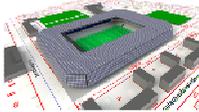
Es gibt jedoch 2 Große Vorteile an dem Rapid-Modell:
+ geschicktes Verzinsungsmodell mit Genussscheinen
+ Vermarktung des Mehrwertes des Stadionnamens

Nach Bürgerbeteiligung Restwert der Anlage gehört
Rapid.
Ab jetzt auch der Gesamte produzierte Strom.

Photovoltaik auf Stadien

ENERGIEPLUS STADION

Ein Auszug der größten Photovoltaikanlagen auf Stadiendächern weltweit:



Wien

3.500MWh / 3,8MWp / 26.000m²



Kaiserslautern

1.160MWh / 1,35MWp / 10.000m²



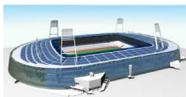
Kaohsing, Taiwan

1.140MWh / 1,2MWp / 14.000m²



Bern

1.100MWh / 1,3MWp / 12.000m²



Bremen

1.000MWh / 1,2MWp / 16.000m²



Mainz

700MWh / xxxMWp / 9.000m²

Ertrag [MWh] / Anlagenleistung [MWp] / Fläche [m²]

Wert des Stadionnamens für 10 Jahre

- bei Stadion-Neubau 7 – 10 Mio.€*
- bei **EnergiePLUS Stadion** 10 – 15 Mio.€*

Warum dieser Mehrwert von 3 - 5Mio.€ bei Umsetzung einer ökologischen Stadionprojektes, in den kommenden Jahren...

- + über Fanbeteiligungsmodell/Bürgerbeteiligungsmodell **keine Mehrkosten für Rapid** bei Photovoltaik
- + zusätzliche **Fanbindung**
- + **soziale Verantwortung**
- + extrem **positive Medienresonanz**
- + bessere Verhandlungsposition gegenüber Anrainern/sonstigen Widerständen durch Öko-Konzept
- + **Mehrwert für Sponsoren** (nicht nur der Stadionsponsor) durch extrem positive Medienpräsenz in den nächsten Jahren
- + **positives Image** für den ganzen Verein durch nachhaltiges Stadion, unter dem Motto ein „Grünes Stadion für die Grün-Weissen“
- + Stadion wäre ein riesiger Werbeträger, über die Grenzen Österreichs hinaus

Idee:

Mag. Günther Jedliczka, OeAD

Betreuung:

Prof. Karin Stieldorf, TU Wien

Studierende:

Dörflinger Maximilian, TU

Hochgerner Stefanie, TU

List Vanessa, WU

Pangerl Eva, BOKU

Penev Plamen, Uni Wien