Energiekonzept Umwelt- und Gartenamt Kassel

# Projektpräsentation „Energieeffizientes Umwelt- und Gartenamt Kassel“

Ausschuss Umwelt und Energie, 29.10.2019

Daniel Jung, M.Eng.

Geschäftsführer EnergyEffizienz GmbH

IWU Institut Wohnen und Umwelt

## Agenda

1. Kurzvorstellung
2. Anlass und Hintergrund
3. Ausgangs- und Potenzialanalyse
4. Varianten- & Szenarienentwicklung
5. Gesamtfazit und Umsetzungsempfehlung

## Geschäftsbereich Kommunalberatung / F&E

- Energie-, Klimaschutz- und Quartierskonzepte für Kommunen
- Einstiegsberatung kommunaler Klimaschutz
- Energiesparmaßnahmen für Kitas, Schulen und kommunale Gebäude
- Forschung & Entwicklung für innovative Energielösungen

## Geschäftsbereich Gebäudeoptimierung

- Planung & Bauleitung für Neubau, Umbau und Altbausanierung
- Energieberatung und Energieausweis
- Energieberatung für kleine und mittlere Unternehmen mit BAFA-Förderung
- Beratung zu Fördermitteln für Privatpersonen und Unternehmen

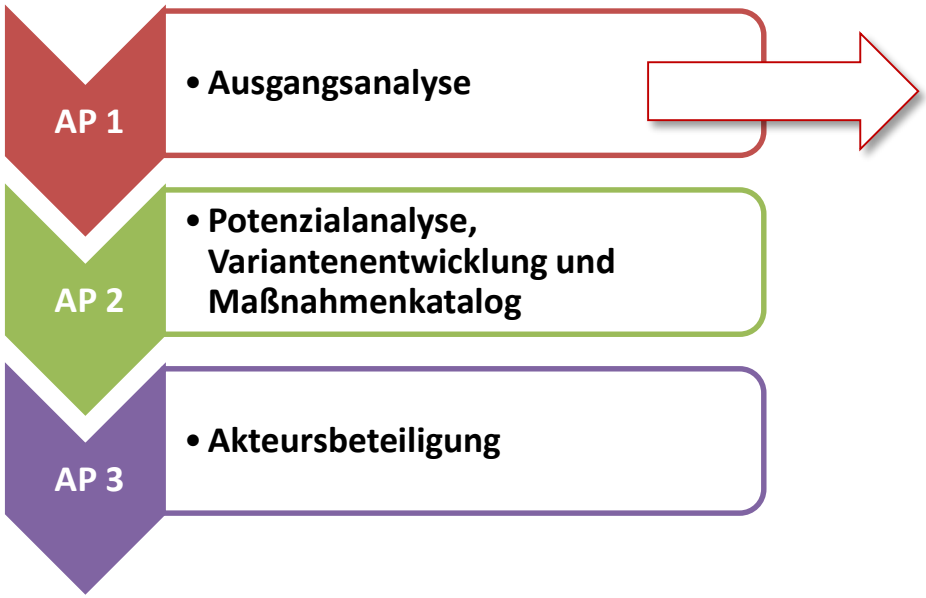
# Institut Wohnen und Umwelt

- Außeruniversitäre Forschungs-einrichtung des Landes Hessen und der Stadt Darmstadt
- 4 Forschungsfelder zu den Themen Wohnen und Energie
- Interdisziplinäre Untersuchungen zu gegenwärtigen Formen des Wohnens und Zusammenlebens
- Aufgaben und Planungsprobleme im Bereich des Wohnungs- und Städtebaus
- Praxisorientierte Forschungsarbeit: Handlungsvorschläge für Legislative und Exekutive von der Bundes- bis zur kommunalen Ebene

# Anlass und Hintergrund

- Schlechter energetischer Gesamtzustand des Gebäudekomplexes und der Gewächshäuser (vgl. Ergebnisse der Vorstudie)
- Steigender Büroflächenbedarf im Zuge der geplanten Zusammenlegung aller Standorte des Umwelt- und Gartenamtes
- **Ziele**
  - ➔ Entwicklung eines Konzeptes für einen Vorzeigestandort bezüglich Energieeffizienz, dem Einsatz erneuerbarer Energien und Innovation im Strom- und Wärmesektor
  - ➔ Es sollen verschiedene Versorgungs- und Sanierungsvarianten entwickelt werden, die sowohl hinsichtlich der Aspekte Energieeinsparung und Energieproduktion als auch unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit vergleichend gegenübergestellt werden sollen

# Ausgangs- und Potenzialanalyse



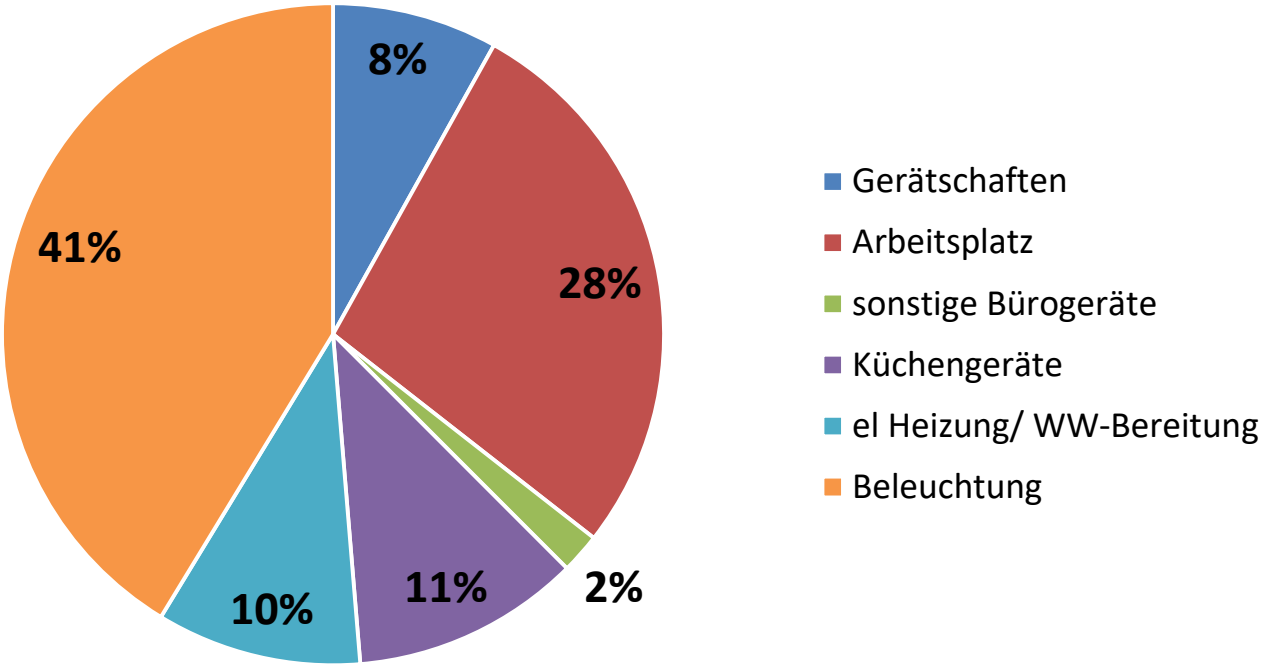

**AP 1: Ausgangsanalyse**

- Bestandsaufnahme der Gebäude, inkl. gebäudetypologischer Festlegung und Überprüfung der Ergebnisse der Vorstudie
- Erfassung der elektrischen Verbraucher und Aufteilung in Verbrauchergruppen; Bewertung der Energieeffizienz der Verbraucher
- Erfassung des Nutzerverhaltens bzgl. Strom, Wärme und Mobilität (mittels Befragung des Personals)
- Zusammenfassung des quartiersbezogenen Energieverbrauchs inkl. $CO_2$-Bilanzierung

# Ausgangs- und Potenzialanalyse

**Berechnungsergebnisse: Stromverbrauch nach Verbrauchergruppen**

Gesamtstromverbrauch: **etwa 92.000 kWh/a**

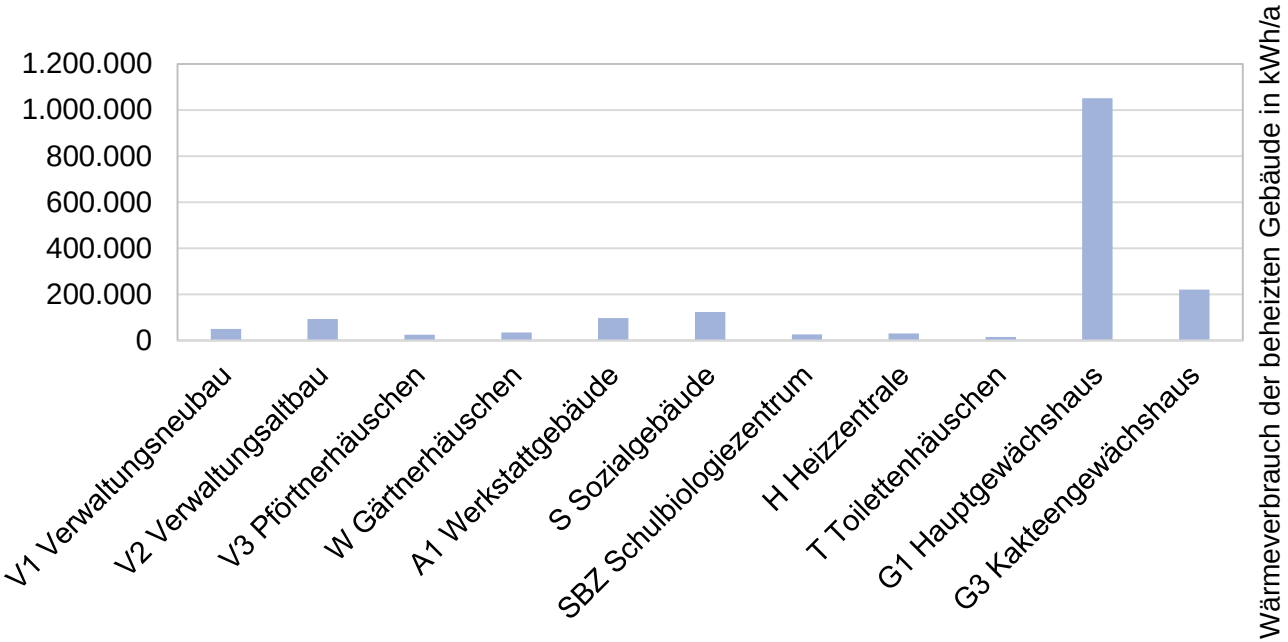



→ Den größten Anteil am Verbrauch haben die Arbeitsplätze sowie die Beleuchtung

# Ausgangs- und Potenzialanalyse

**Berechnungsergebnisse: Wärmebedarf**

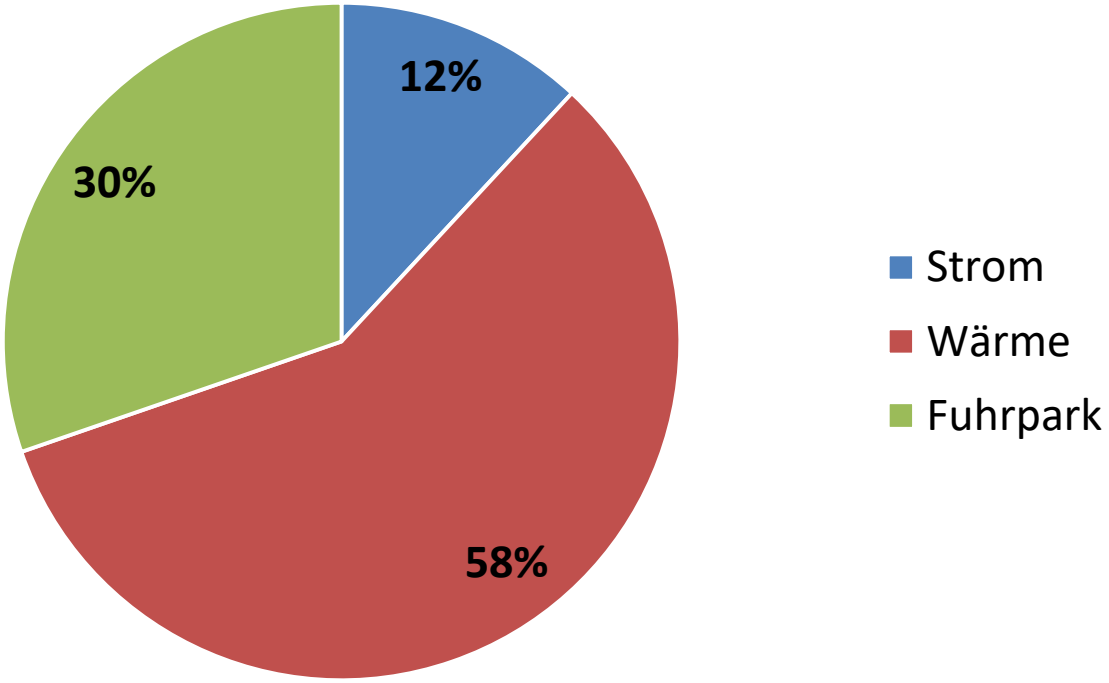
- Erfassung der Hüllenelemente bei der Begehung
- Berechnung auf Grundlage vorhandener Baupläne oder bei der Begehung angefertigter Skizzen mittels dem Programm BKI Energieplaner 17
- Die Berechnungen ergeben einen Wärmebedarf von **1.768.835 kWh/a**
- davon entfallen alleine auf die Gewächshäuser etwa **1.270.000 kWh/a**



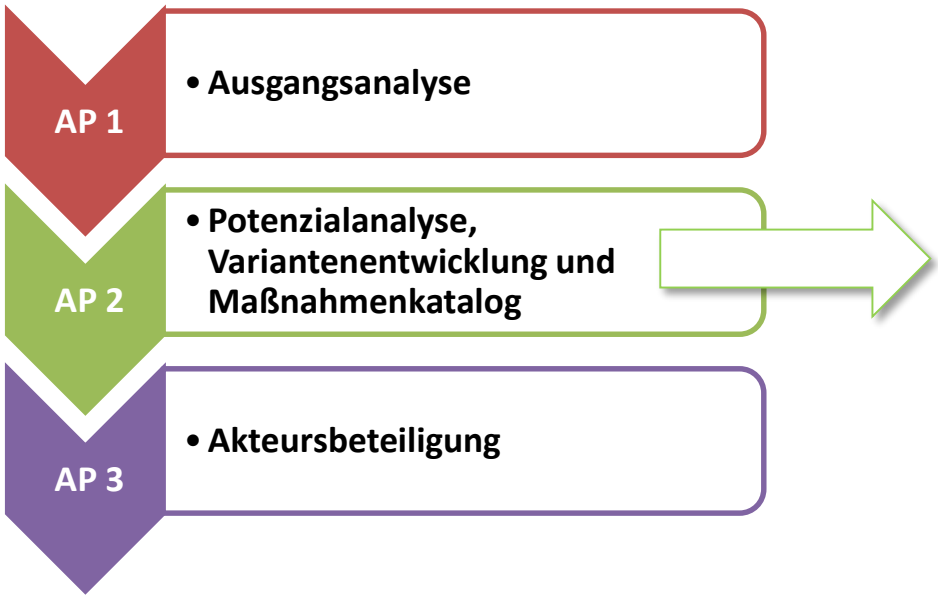
# Ausgangs- und Potenzialanalyse

**Berechnungsergebnisse: $CO_2$-Bilanzierung**

- Bilanzierung für Strom und Wärme mittels entsprechenden $CO_2$-Faktoren
- Gesamtemissionen: etwa **407t $CO_2$/a**



# Ausgangs- und Potenzialanalyse




**AP 2: Potenzialanalyse**

- Erfassung von Potenzialen in Bezug auf Energieeinsparung, Energieeffizienz sowie die Nutzung erneuerbarer Energien für die Bereiche: Gebäudewärmebedarf/-produktion, saisonaler Wärme- und Kältespeicher, Biomasse, Elektrische Verbraucher, Produktion el. Energie aus EE, Thermische Überschüsse, Nutzerverhalten
- Entwicklung verschiedener Varianten zur zukünftigen Energieversorgung inkl. Berücksichtigung von Kosten und Zuordnung/Empfehlung bestehender Fördermittelprogramme
- Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs mit Priorisierung und Kategorisierung der Maßnahmen

# Ausgangs- und Potenzialanalyse

**Potenzialanalyse: zukünftig denkbare Energieversorgungsstrukturen**

**Generelles:**

- **Wärme:** großes Biomassepotenzial vorhanden (jährlich fallen etwa 500m³ Hackschnitzel und 70t Weichholz (Stämme) an).
- Wird derzeit beides verkauft, könnte aber beides energetisch genutzt werden

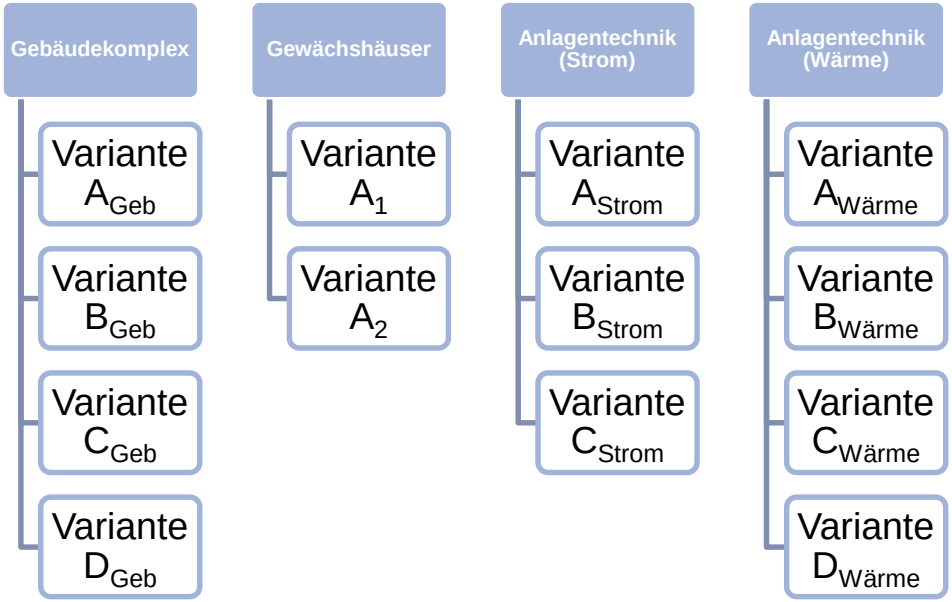
→ Dieses Potenzial soll zukünftig genutzt werden!

- **Strom:** zukünftig ist ein eher steigender Strombedarf zu erwarten (z.B. Umstellung des Fuhrparks, Raumlüftungssysteme bei Neubau auf Passiv- oder Effizienzhausstandard)

→ Dies wird bei allen Varianten berücksichtigt

# Varianten- & Szenarienentwicklung

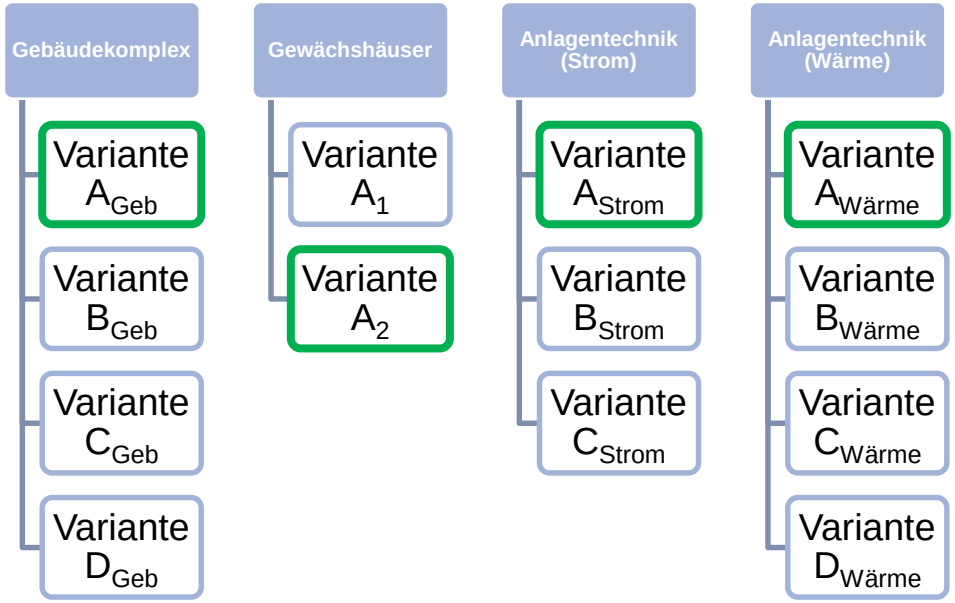
## Vorgehensweise




- Entwicklung von verschiedenen Varianten für die drei Bausteine Gebäudekomplex, Gewächshäuser und Anlagentechnik
- Die Varianten sind in der Szenarienentwicklung frei austauschbar (Bausteinsystem)

# Varianten- & Szenarienentwicklung

## Referenzszenario




- **Gebäude:** Sanierung der Bestandsgebäude nach EnEV-Standard und auf der Erweiterung des Komplexes um einen kleinen Neubau.
- **Gewächshäuser:** Rückbau mit anschließendem Neubau mit seitlichem Wärmedämmglas, Energieschirmen und gedämmter Bodenplatte.
- **Anlagentechnik:** weiterhin Nutzung der Fernwärme + externer Strombezug.

# Varianten- & Szenarienentwicklung

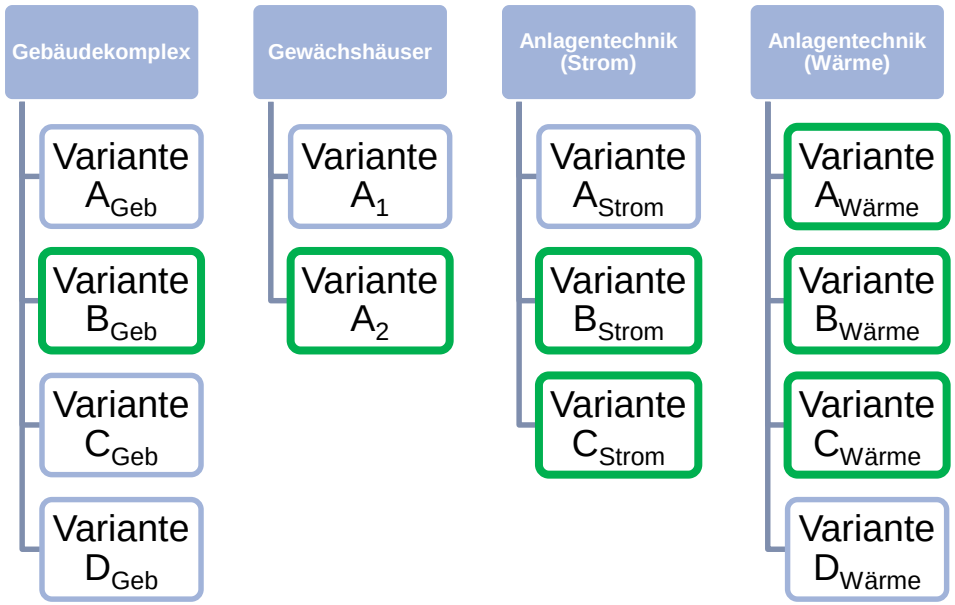
## Referenzszenario

| Beschreibung | Berechnung Referenzszenario | Status quo |
|---|---|---|
| Investitionskosten in € | **1.825.000 €** | **-** |
| Strombedarf in kWh/a | **120.000** | **95.000** |
| Eigenstromerzeugung in kWh/a | - | - |
| Wärmebedarf in kWh/a | **807.500** | **1.750.000** |
| Eigenerzeugung von Wärmeenergie in kWh/a | - | - |
| Energiekosten in €/a | 80.000 € | 140.000 € |
| $CO_2$-Emissionen in t/a | 284 | 407 |
| **Verringerung der $CO_2$-Emissionen im vgl. zum Status quo in %** | **-36%** | |
| **Einsparung laufende Kosten ggü. Status quo in €/a (gerundet)** | **60.000 €** | |

[1] Die Werte in den Szenarientabellen sind der Einfachheit halber gerundet. Genauere Zahlen zu den Szenarien befinden sich im Anhang des Schlussberichtes.

# Varianten- & Szenarienentwicklung

## Szenario I




- **Gebäude:** Sanierung der Verwaltungsgebäude, Neubau eines weiteren Verwaltungsgebäudes und einer Werkstatt. Die Sanierung der Bestandsgebäude erfolgt nach dem EnEV-Standard, der Bau des Neubaus im KfW 55 Standard.
- **Gewächshäuser:** Rückbau mit anschließendem Neubau mit seitlichem Wärmedämmglas, Energieschirmen und gedämmter Bodenplatte.
- **Anlagentechnik:** Speicherung der Überschusswärme aus Gewächshäusern mittels kleinem Wasserspeicher, BHKW zur Biomassenutzung, Errichtung einer PV-Anlage.

# Varianten- & Szenarienentwicklung

## Szenario I

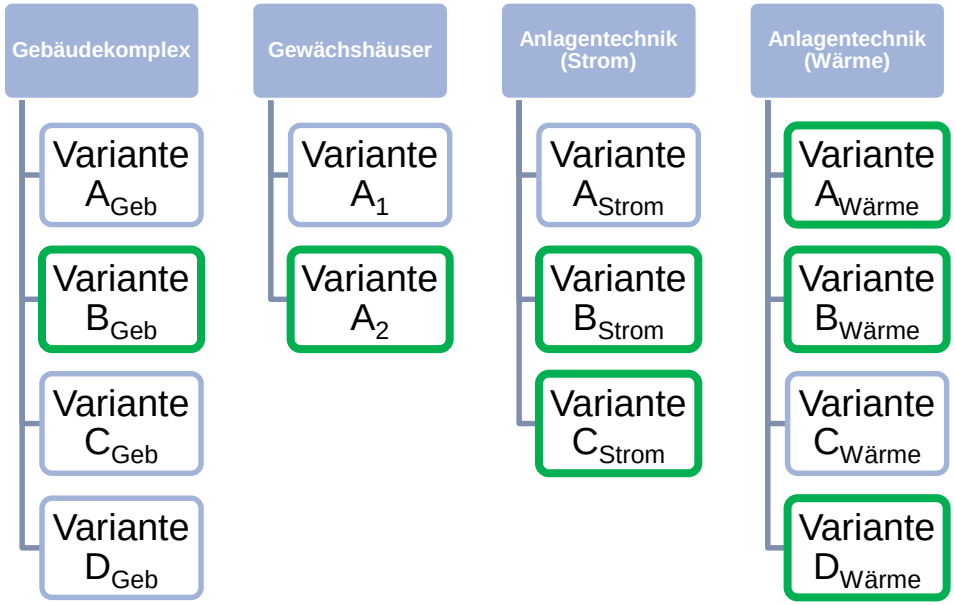
| Beschreibung | Berechnung Szenario I | Status quo |
|---|---|---|
| Investitionskosten in € | **7.760.000 €** | - |
| Strombedarf in kWh/a | **268.000** | **95.000** |
| Eigenstromerzeugung durch PV in kWh/a | 40.000 | - |
| Eigenstromerzeugung durch BHKW in kWh/a | 280.000 | - |
| Differenz (kWh/a) | **-52.000** | |
| Wärmebedarf in kWh/a | **815.000** | **1.750.000** |
| Eigenerzeugung von Wärmeenergie (BHKW) in kWh/a | 390.000 | - |
| Speicherung von Überschusswärme der Gewächshäuser (Wasserspeicher) in kWh/a | 80.500 | |
| Differenz (kWh/a) | **344.500** | |
| Energiekosten in €/a (gerundet) | 22.500 € | 140.000 € |
| $CO_2$-Emissionen in t/a | 131 | 407 |
| **Verringerung der $CO_2$-Emissionen im vgl. zum Status quo in %*** | **-70%** | |
| **Einsparung laufende Kosten ggü. Status quo in €/a** | **117.500 €** | |

- **Fuhrpark:** Umstellung des Fuhrparks zu 50% auf Elektroautos

[1] Die Werte in den Szenarientabellen sind der Einfachheit halber gerundet. Genauere Zahlen zu den Szenarien befinden sich im Anhang des Schlussberichtes.

# Varianten- & Szenarienentwicklung

## Szenario II




- **Gebäude / Gewächshäuser / Fuhrpark:** identisch zu Szenario I
- **Anlagentechnik:** Speicherung der Überschusswärme aus Gewächshäusern in einem Erdwärmespeicher, BHKW zur Biomassenutzung, Errichtung einer PV-Anlage.

# Varianten- & Szenarienentwicklung

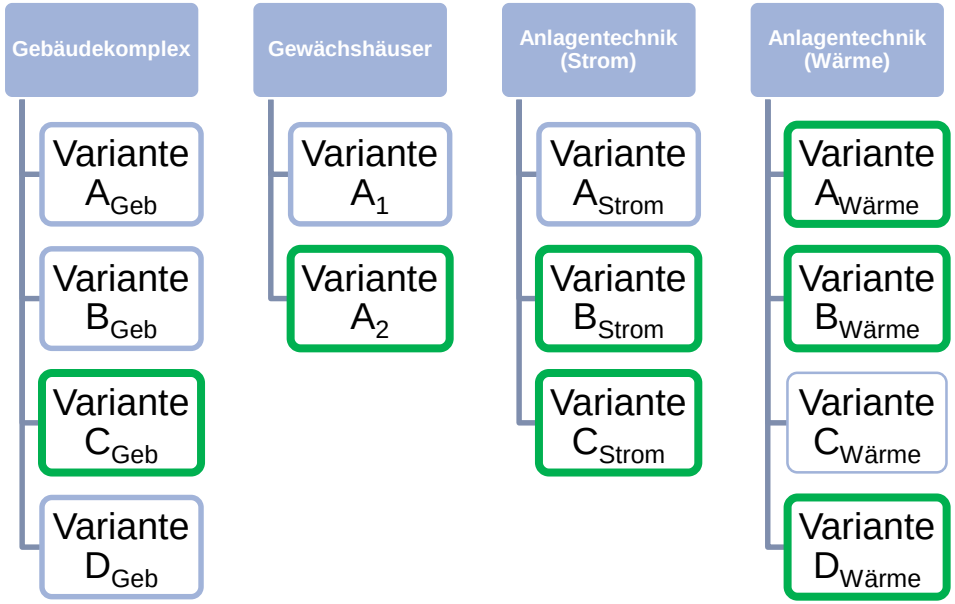
## Szenario II

| Beschreibung | Berechnung Szenario II | Status quo |
|---|---|---|
| Investitionskosten in € | **8.257.000 €** | **-** |
| Strombedarf in kWh/a | **313.500** | **95.000** |
| Eigenstromerzeugung durch PV in kWh/a | 40.000 | - |
| Eigenstromerzeugung durch BHKW in kWh/a | 280.000 | - |
| Differenz (kWh/a) | **-6.500** | |
| Wärmebedarf in kWh/a | **980.000** | **1.750.000** |
| Eigenerzeugung von Wärmeenergie (BHKW) in kWh/a | 390.000 | - |
| Speicherung von Überschusswärme der Gewächshäuser (Erdwärmesonden) in kWh/a | 449.000 | - |
| Differenz (kWh/a) | **141.000** | |
| Energiekosten in €/a (gerundet) | 9.500 € | 140.000 € |
| $CO_2$-Emissionen in t/a | 125 | 407 |
| **Verringerung der $CO_2$-Emissionen im vgl. zum Status quo in %** | **-72%** | |
| **Einsparung laufende Kosten ggü. Status quo in €/a** | **130.500 €** | |

[1] Die Werte in den Szenarientabellen sind der Einfachheit halber gerundet. Genauere Zahlen zu den Szenarien befinden sich im Anhang des Schlussberichtes.

# Varianten- & Szenarienentwicklung

## Szenario III




- **Gebäude:** Zusammenführung von Bürogebäude und Werkstatt in einem Gesamtkomplex im KfW 55 Standard. Der Verwaltungsaltbau wird dabei als Archiv verwendet. Alle Gebäude werden in diesem Szenario zurückgebaut, ausgenommen der denkmalgeschützten Gebäude.
- **Gewächshäuser / Fuhrpark:** identisch zu Szenario II
- **Anlagentechnik:** Speicherung der Überschusswärme aus Gewächshäusern in einem Erdwärmespeicher, BHKW zur Biomassenutzung, Errichtung einer PV-Anlage (größer dimensioniert als in den Szenarien I und II).

# Varianten- & Szenarienentwicklung

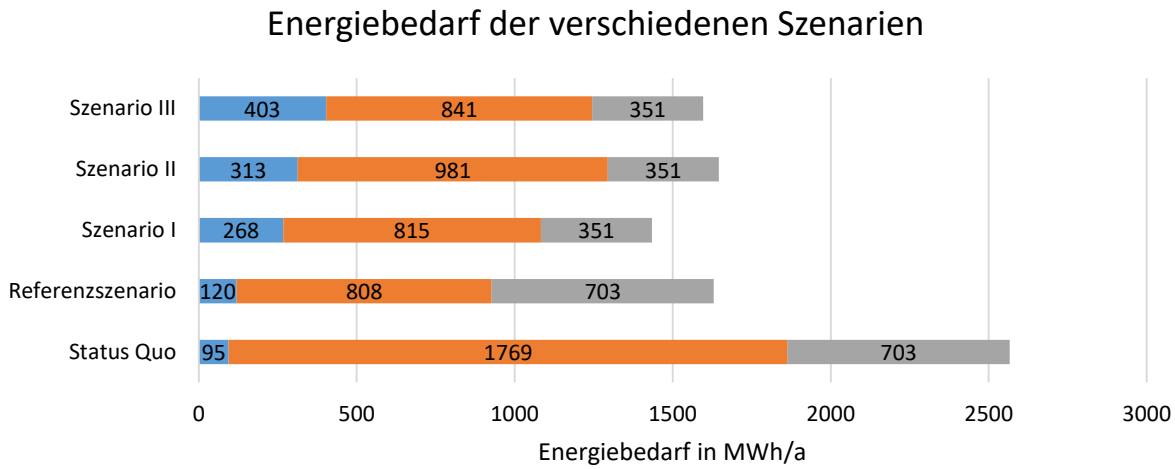
## Szenario III

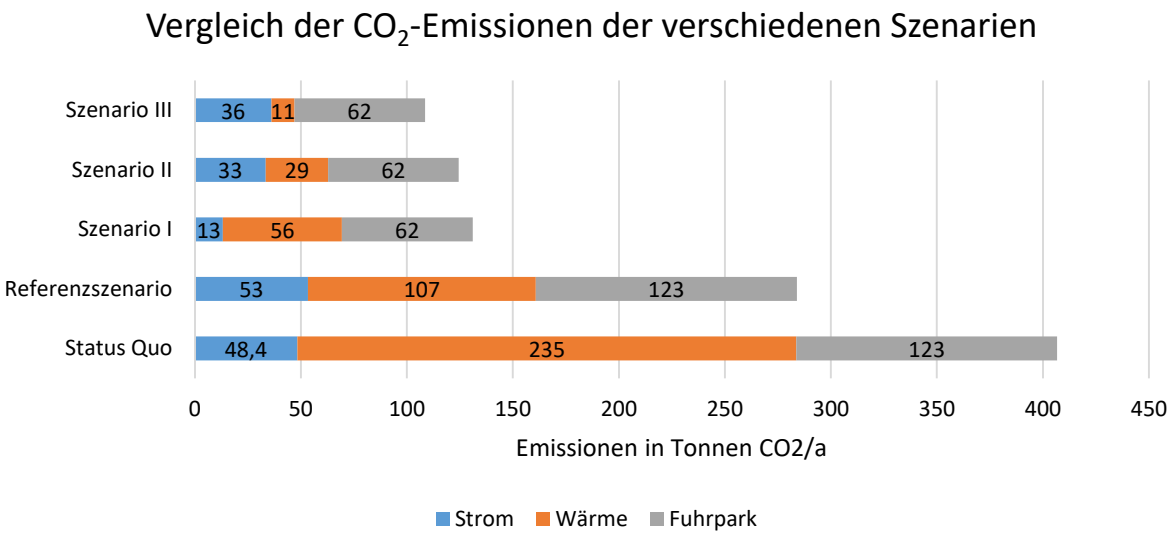
| Beschreibung | Berechnung Szenario III | Status quo |
|---|---|---|
| Investitionskosten in € | **14.270.000 €** | **-** |
| Strombedarf in kWh/a | **403.500** | **95.000** |
| Eigenstromerzeugung durch PV in kWh/a | 78.000 | - |
| Eigenstromerzeugung durch BHKW in kWh/a | 280.000 | - |
| Differenz (kWh/a) | **45.500** | |
| Wärmebedarf in kWh/a | **841.000** | **1.750.000** |
| Eigenerzeugung von Wärmeenergie (BHKW) in kWh/a | 390.000 | - |
| Speicherung von Überschusswärme der Gewächshäuser (Erdwärmesonden) in kWh/a | 449.000 | - |
| Differenz (kWh/a) | **2.900** | |
| Energiekosten in €/a (gerundet) | 10.500 € | 140.000 € |
| $CO_2$-Emissionen in t/a | 109 | 407 |
| **Verringerung der $CO_2$-Emissionen im vgl. zum Status quo in %** | **-75%** | |
| **Einsparung laufende Kosten ggü. Status quo in €/a** | **129.500 €** | |

[1] Die Werte in den Szenarientabellen sind der Einfachheit halber gerundet. Genauere Zahlen zu den Szenarien befinden sich im Anhang des Schlussberichtes.

# Varianten- & Szenarienentwicklung

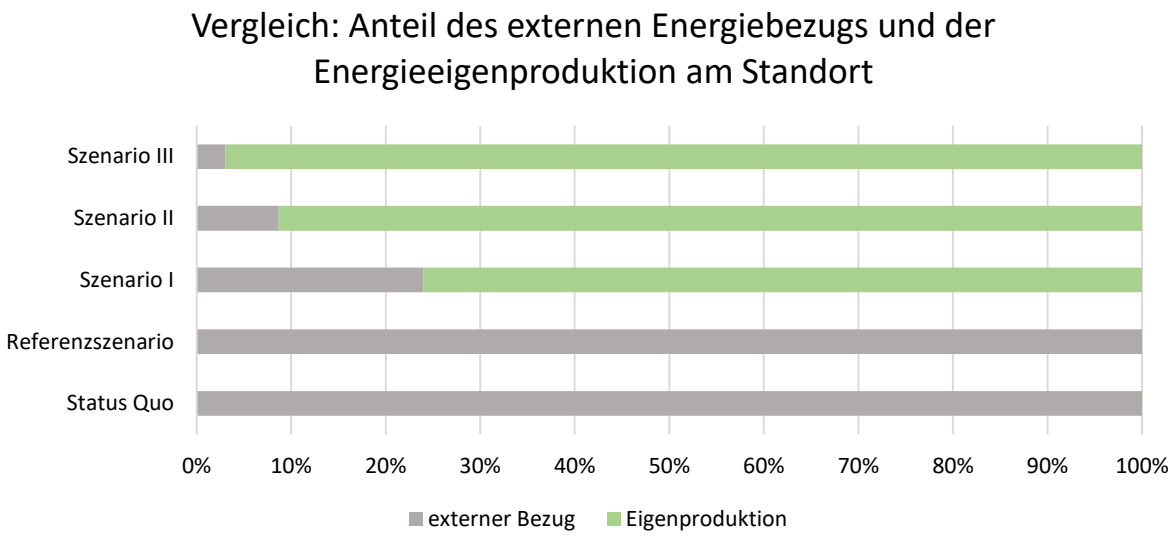
## Fazit: Energiebedarf und Emissionen




- Der Energiebedarf kann in allen Szenarien im Vergleich zum Status Quo deutlich gesenkt werden
- Die $CO_2$-Emissionen können insbesondere in den Szenarien I-III um ein Vielfaches im Vergleich zum Status Quo gesenkt werden

## Fazit: externer Energiebezug




- Der Anteil des externen Energiebezugs kann insbesondere in den Szenarien I-III deutlich reduziert werden

# Varianten- & Szenarienentwicklung

## Fazit: Kosten

| Szenarienübersicht | Status quo | Referenzszenario | Szenario I | Szenario II | Szenario III |
|---|---|---|---|---|---|
| Gewächshauskosten | 0 € | 775.000 € | 775.000 € | 775.000 € | 775.000 € |
| Energiesystemkosten | 0 € | 0 € | 487.520 € | 932.520 € | 998.040 € |
| **Investiv Gesamt** | **0 €** | **775.000 €** | **1.262.520 €** | **1.707.520 €** | **1.773.040 €** |
| Laufende Kosten (pro Jahr) | 140.000 € | 79.891 € | 18.473 € | 8.917 € | 10.431 € |
| Einsparung pro Jahr (im Vergleich zu Status quo) | 0 € | 60.109 € | 121.527 € | 131.083 € | 129.569 € |
| **Amortisationsdauer in Jahren** | **0** | **13** | **10** | **13** | **14** |

- Die Kosten für den Neubau der Gewächshäuser und die Energiesystemkosten amortisieren sich in allen Szenarien bereits nach 10-14 Jahren

# Gesamtfazit und Umsetzungsempfehlung

## Umsetzungsempfehlung

- Nach Vergleich der Szenarien kann unter Berücksichtigung aller relevanten Faktoren eine Umsetzungsempfehlung für „**Szenario II**“ ausgesprochen werden:
  - **Investitionskosten:** Mit etwa 8,2 Mio. € liegen die Kosten nur geringfügig über denen von Szenario I. Die Errichtung eines Neubaus ist sinnvoll und hat nicht nur nur energetische Gründe (Optimierung von Betriebsabläufen, Barrierefreiheit). Die Errichtung eines Komplettneubaus (Szenario III) ist mit deutlich höheren Kosten verbunden. In Szenario II können manche bestehende Gebäude als Lager oder Archiv weitergenutzt werden, was sinnvoll erscheint.
  - **Anlagentechnik:** Mit dem Erdsonden-Wärmespeicher wird in Szenario II eine besonders emissionssparende Variante genutzt. Des Weiteren besitzt diese Variante ein deutlich höheres Speicherpotenzial als die Variante des Wasserspeichers (Szenario I) und ist demnach, trotz geringfügig höherer Investitionskosten, vorzuziehen.
  - **Laufende Kosten:** Die laufenden Kosten können gegenüber dem Status quo auf ein Minimum von **knapp 9.000 € pro Jahr** gesenkt werden. Dies ist der geringste Wert aller drei Szenarien. Im Vergleich zum Status quo lassen sich hierdurch **jährlich über 130.000€ an Energiekosten einsparen**.
  - **Emissionen:** Die $CO_2$-Emissionen können um etwa ein Drittel im Vergleich zum Status quo gesenkt werden.
  - **Variabilität:** Das Szenario ist in puncto Ausgestaltung der Wärme- und Stromversorgung variabel. Zukünftig können somit auch andere, innovative Lösungen berücksichtigt bzw. eingebaut werden.

# Gesamtfazit und Umsetzungsempfehlung

## Gesamtfazit

- Durch den **Rück- und Neubau der Gewächshäuser** können große Energie- und Emissionseinsparpotenziale gehoben werden. Aufgrund des modularen Aufbaus des entwickelten Konzeptes kann dieser Schritt schon erfolgen, bevor über das weitere Vorgehen in anderen Bereichen entschieden wird.
- Nicht zuletzt durch die saisonale, unterschiedliche Nutzung der Gewächshäuser fällt zu bestimmten Zeiten im Jahr eine nicht unerhebliche Menge an Überschusswärme an, die sinnvoll genutzt und gespeichert werden sollte. Zur optimalen Abstimmung der einzelnen Komponenten besteht weiterhin **Forschungsbedarf**.
- Die Nutzung der **lokal anfallenden Biomasse** (z.B. Grünschnitt) ist in allen Szenarien ein wichtiger Faktor für die Emissionsminderung und die Verringerung des Bezugs von externer Energie.
- Aufgrund des zukünftig steigenden Strombedarfs sollte die **Errichtung von PV-Anlagen**, sowohl auf Bestandsgebäuden, Neubauten oder auch auf Freiflächen, geprüft und vorangetrieben werden.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Institut Wohnen und Umwelt