



## Anlagen- und Energietechnik in der Kita-Planung - Vergleichende Betrachtung -

Teamleitung Energiemanagement  
Ulrike Leidinger

stadt aachen

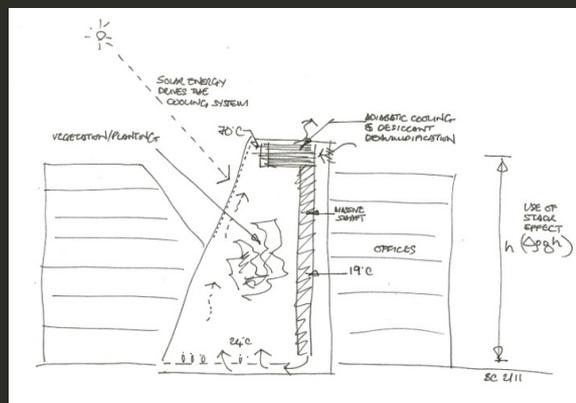
Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

### Was ist Energieeffizienz?

Das Verhältnis zwischen der Qualität des Raumklimas  
und der Quantität der aufgewendeten Energie.

### Form follows energy

Prof. Brian Cody  
Technische Universität Graz  
Institut für Gebäude und Energie



stadt aachen

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Was ist Energieeffizienz?

Optimales  
Raumklima



Niedriger  
Energieverbrauch

Architektonische  
Qualität

stadt aachen

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

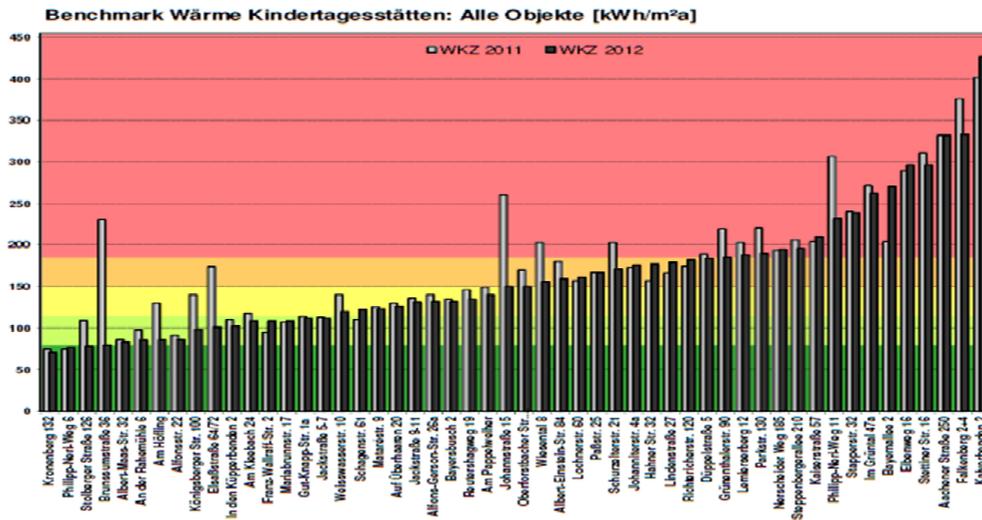
## Inhalte:

- Vergleich der energetischen Standards
- Vergleich der gebäudetechnischen Lösungen
- Technische Empfehlungen für die Zukunft

stadt aachen

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich der energetischen Standards



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015



## Vergleich der energetischen Standards

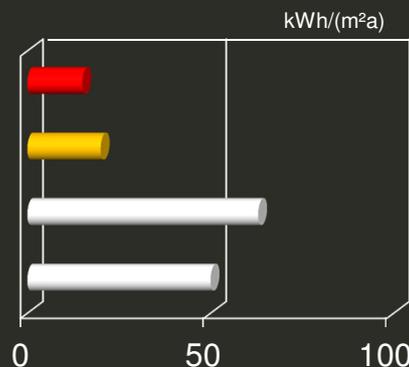
Jahresheizwärmebedarf (kWh)/ Nutzfläche (m²):

Passivhausstandard

Aachener Standard

EnEV- Standard 2009

EnEV- Standard 2014/16



### Energetischer Nachweis

Für alle Neubauten nach Aachener Standard wird ein Nachweis nach Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) nach Prof. W. Feist erstellt.

Die Anforderungen sind insbesondere folgende:

- Jahresheizwärmebedarf:  $\leq 20$  kWh/(m²a)
- Primärenergiebedarf:  $\leq 120$  kWh/(m²a) (inkl. gesamter Betriebsstrombedarf)
- Wärmebrücken  $\Delta U_{WB}$ :  $< 0,05$  W/m²K
- Drucktestluftwechsel n50:  $\leq 0,6$  h-1

### Referenzgebäude der EnEV 2014

Nichtwohngebäude ( $T_{\text{raum}} \geq 19^\circ\text{C}$ )



|                                |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| Dach                           | U = 0,20 W/(m²K)           |
| Außenwand                      | U = 0,28 W/(m²K)           |
| Kellerwand                     | U = 0,35 W/(m²K)           |
| Kellerdecke (Keller unbeheizt) | U = 0,35 W/(m²K)           |
| Fenster                        | U = 1,3 W/(m²K)<br>g = 0,6 |

Klima- und Kältetechnik (Referenz in Abhängigkeit vom eingesetzten System)  
Thermische Solaranlage (bei hohem WW-Bedarf)  
Beleuchtung direkt/indirekt  
Präsenzmelder  
Konstantlichtregelung  
Brennwerttechnik 55/45°C



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich der energetischen Standards

**Passivhausstandard:**

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Opake Außenbauteile:               | $\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ |
| Verglasungen:                      | $\leq 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  |
| Fenster $U_{w,\text{eingebaut}}$ : | $\leq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  |

### Ausführungsprinzipien:



- Kompakte Bauweise
- Guter Wärmeschutz
- Vermeidung von Wärmebrücken
- Wind- und luftdichte Ausführung
- Optimierte Haustechnik
- Solare Gewinne

stadt aachen

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich der energetischen Standards

**Neubauten:** Sandhäuschen

**Im Bau:** Kalverbenden, Passstraße, Reimser Straße

**In Planung:** Händelstraße

**Diverse Erweiterungs-Projekte:** Bergstraße, Düffelstraße, Aachener Straße u.a.



stadt aachen

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich der energetischen Standards



Beispiel Kita Sandhäuschen  
(810 m<sup>2</sup> beheizte Nutzfläche)

**Heizkosten in 40 Jahren**  
(3% Energiekostensteigerung)

|                           |                            |            |
|---------------------------|----------------------------|------------|
| <b>Passivhausstandard</b> | 15 kWh/(m <sup>2</sup> /a) | 64.129.- € |
| <b>Aachener Standard</b>  | 20 kWh/(m <sup>2</sup> /a) | 85.505.- € |
| <b>EnEV-Standard 09</b>   | 63 kWh/(m <sup>2</sup> /a) | 269.341.-€ |



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich der energetischen Standards

Beispiel Kita Sandhäuschen Wärmeverbrauch in 2014  
< 20.000 kWh/a (z.Zt. 24 kWh/(m<sup>2</sup>a))  
Optimierung Leistungsphase 10 – **Ziel < 20 kWh/(m<sup>2</sup>a)**



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich der energetischen Standards Qualitätssicherung - Dichtheit

Obligatorisch Dichtheitsprüfung  
Blower-Door-Test :  $< 0,6 \text{ h}^{-1}$



Übliche Baupraxis - keine Dichtheit



Fenstereinbau nach Regeln der Technik  
- Dichtheit

stadt aachen

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich der energetischen Standards Qualitätssicherung - Dichtheit

Obligatorisch Dichtheitsprüfung  
Blower-Door-Test :  $< 0,6 \text{ h}^{-1}$

Vermeidung von Bauschäden und  
Verlusten von Heizwärme  
(durch Leckagen)

Behaglichkeit



Heizwärmebedarf



### Zertifikat

über die Qualität der luftdichten Gebäudehülle

Das Gebäude/Objekt:

Familienzentrum Sandhäuschen

Laurentiusstraße  
52072 Aachen

hat am: 15.04.2013

bei der Messung der Luftdichtheit nach DIN EN 13529, Verfahren A  
folgenden Wert für die volumenbezogene Luftdurchlässigkeit erzielt:

$n_{50} = 0,33 \text{ 1/h}$

Die Anforderungen an die Luftdichtheit nach EnEV betragen  
bei Gebäuden mit raumlufttechnischen Anlagen:

$n_{50} \leq 1,5 \text{ 1/h}$   
[  $\leq 0,6 \text{ 1/h}$  (Anforderung Passivhaus-Institut) ]

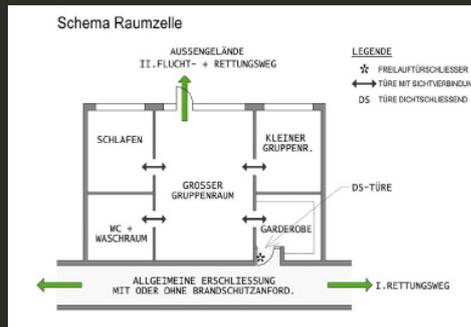
Die Anforderungen der Vorschrift werden erfüllt.

stadt aachen

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich der energetischen Standards Qualitätssicherung - Dichtheit

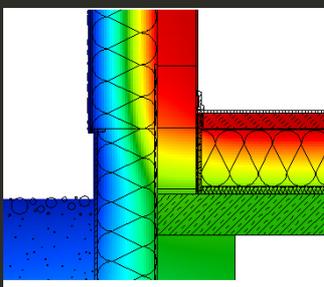
Obligatorisch: Lüftungsanlagen



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

stadt aachen

## Vergleich der energetischen Standards Qualitätssicherung - Wärmebrückenfreiheit



Passivhaustaugliche Unterkonstruktion:  
 $U = 0,11$  statt  $0,21 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Objekt: Kita Kalverbenden  
 Heizwärmebedarf: minus  $3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$



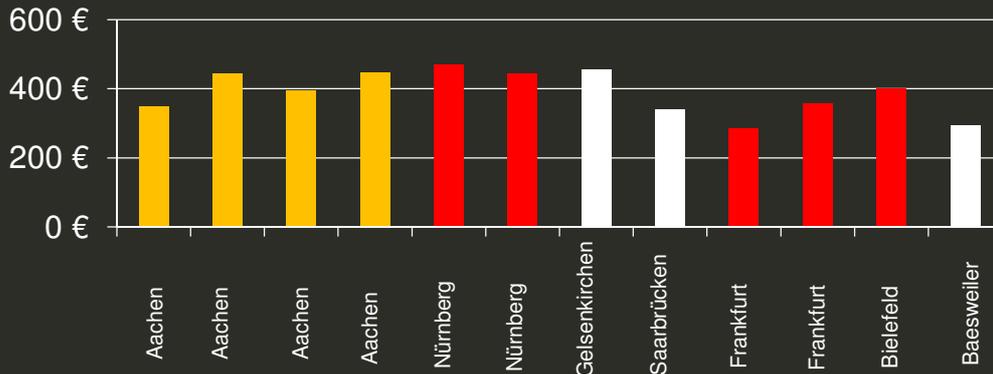
Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

stadt aachen

## Vergleich Hauptkostengruppe 400

Brutto /BGF

Passivhausstandard mit Lüftungsanlagen: 391.- € i.M.  
 Aachener Standard mit Lüftungsanlagen: 408.- € i.M.  
 EnEV ohne Lüftungsanlagen: 363.- € i.M.



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich: Kita Baesweiler- Aachener Standard

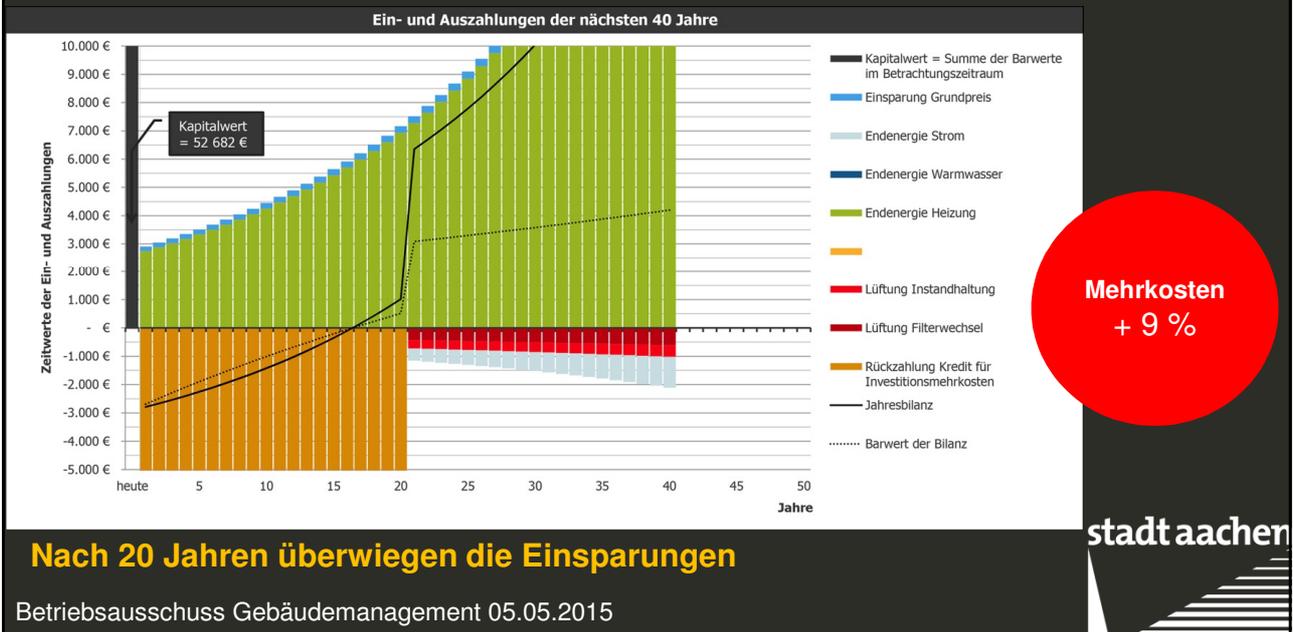
| Kostengruppen nach DIN 277 | netto      | Mehrkosten netto | Mehrleistungen        | netto      |
|----------------------------|------------|------------------|-----------------------|------------|
| 300-350                    | 17.331,60  |                  | Baustelleneinrichtung | 17.331,60  |
|                            | 19.399,07  | 1.000,00         | Erdarbeiten           | 20.399,07  |
|                            | 16.665,00  |                  | Entwässerungsarbeiten | 16.665,00  |
|                            | 56.839,27  | 5.000,00         | Mauerarbeiten         | 61.839,27  |
|                            | 85.851,62  | 5.000,00         | WDVS                  | 90.851,62  |
|                            | 90.834,71  | 1.000,00         | Betonarbeiten         | 91.834,71  |
|                            |            | 2.500,00         | mehr Perimeterdämmung | 94.334,71  |
|                            | 6.565,00   |                  | Abdichtungsarbeiten   | 6.565,00   |
| 360                        | 2.763,36   | 4.000,00         | Zimmererarbeiten      | 6.763,36   |
|                            | 75.184,40  | 2.500,00         | Dacharbeiten          | 77.684,40  |
| 370                        | 36.422,12  |                  | Trockenbauarbeiten    | 36.422,12  |
|                            | 7.517,53   | 500,00           | Putz/Trockenbau       | 8.017,53   |
|                            | 23.092,28  |                  | Fliesenarbeiten       | 23.092,28  |
|                            | 11.631,56  |                  | Estricharbeiten       | 11.631,56  |
|                            | 48.813,30  |                  | Tischlerarbeiten      | 48.813,30  |
|                            | 34.093,16  | 15.000,00        | Fenster/Türen         | 49.093,16  |
|                            | 11.101,92  |                  | Sonnenschutz          | 11.101,92  |
|                            | 32.781,77  |                  | Metallbauarbeiten     | 32.781,77  |
|                            | 14.880,12  |                  | Malerarbeiten         | 14.880,12  |
|                            | 23.162,84  |                  | Bodenbeläge           | 23.162,84  |
|                            | 10.850,63  |                  | Gerüstarbeiten        | 10.850,63  |
| Summe 300                  | 625.781,26 | 36.500,00        |                       | 662.281,26 |
| Summe 400                  | 148.321,69 | 39.678,31        | Technische Anlagen    | 188.000,00 |
| Summe 300+400              | 774.102,95 |                  | diverse               | 850.281,26 |

Mehrkosten AC  
 max. + 9 %  
 90.000.-€



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich: Kita Baesweiler- Aachener Standard



Nach 20 Jahren überwiegen die Einsparungen

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich: Kita Baesweiler- Aachener Standard

|                           |                    |   |
|---------------------------|--------------------|---|
| <b>Heizbedarf/kosten:</b> | <b>Verbrauch/a</b> | <b>Kosten in 40 Jahren (3 % Kostensteigerung)</b> |
| Kita Baesweiler           | 53.546 kWh         | 282.621.- €                                       |
| Aachener Standard         | 16.300 kWh         | 86.033.- €  |

|                            |                    |   |
|----------------------------|--------------------|---|
| <b>Strombedarf/kosten:</b> | <b>Verbrauch/a</b> | <b>Kosten in 40 Jahren (3 % Kostensteigerung)</b> |
| Kita Baesweiler            | 5.624 kWh          | 93.293.- €  |
| Aachener Standard          | 6.113 kWh          | 101.404.- €                                       |

|                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| <b>Summe Energiekosten:</b> | <b>Kosten in 40 Jahren</b> |
| Kita Baesweiler             | 375.914.- €                |
| Aachener Standard           | 187.437.- €                |

**Minderkosten  
AC  
-50 %  
188.477.-€**

stadt aachen

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich: Aachen Kita Kalverbenden – Kita Baesweiler

Details, die **Aachen** in den 400er Kosten **preiswerter** ausführte:

|                   |  |
|-------------------|--|
| Starkstrom        | 4% günstiger trotz LED mit Tageslichtsteuerung                               |
| Förderanlagen     | 16 % günstiger mit Plattformlift   |
| Gebäudeautomation | 30 % günstiger durch Beistellung,<br>Planung Datenpunkte, eigenen GLT-Server |

stadt aachen



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich: Aachen Kita Kalverbenden – Kita Baesweiler

Details, die in **Baesweiler aufwendiger und teurer** sind:

|                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| Heizung            | BHKW + Spitzenlastkessel     |
| Heizungsverteilung | Fußbodenheizung              |
| Regenwasser        | Nutzung zur Toilettenspülung |

stadt aachen



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Vergleich: Bielefeld- Die Zukunftskita....



**Bauliche Details:**

**Auf den ersten Blick - ansprechend**

**Generalunternehmerbau  
Holzbauweise**

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015



stadt aachen

## Vergleich: Bielefeld- Die Zukunftskita....



**Gebäudetechnische Details:**

**Zentrale Lüftungsanlage  
LED- Innenraum-Leuchten**

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

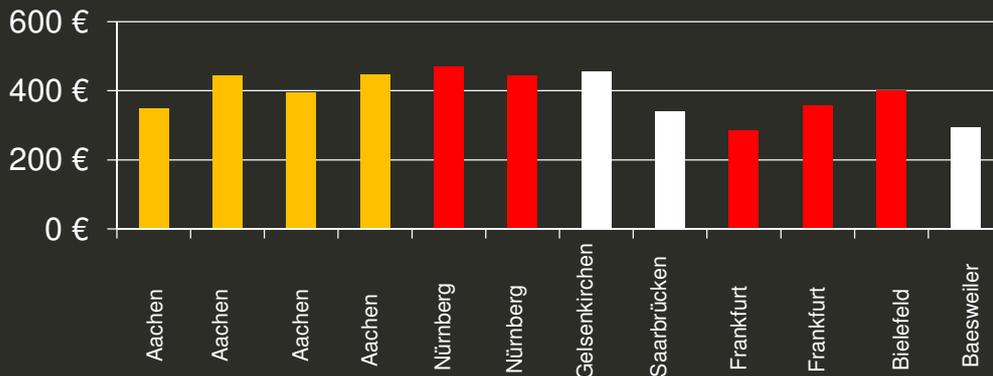


stadt aachen

## Vergleich Hauptkostengruppe 400

Brutto /BGF

**Passivhausstandard mit Lüftungsanlagen: 391.- € i.M.**  
**Aachener Standard mit Lüftungsanlagen: 408.- € i.M.**  
**EnEV ohne Lüftungsanlagen: 363.- € i.M.**



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015



## Technische Empfehlungen für die Zukunft

**Warmwasserbereitung:** Dezentrale Kleinstdurchlauferhitzer (3,5 – 6,5 kW)

**Heizungssystem:** Heizkörper, Fußbodenheizung nur in Sonderfällen  
 wenn möglich nur ein Heizkreis im ganzen Gebäude  
 Anschluss an Fernwärme bevorzugt

Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015



## Technische Empfehlungen für die Zukunft

- Lüftung:** **Integrale Planung - Abstimmung Lüftungsplaner- Architekt**
- mechanische Lüftung als Minimallüftung  
(ca. 0,3-fach bezogen auf das Gesamtvolumen)
  - Auslegung der Anlage nach Personen (15-20 m<sup>3</sup>/Person)
  - Einfache Steuerung
  - Lüftung bei Betriebs- und Reinigungszeiten



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Technische Empfehlungen für die Zukunft

- Gebäudeautomation:** Lüftungsanlage so einfach wie möglich über GA
- mit Optimierungsprogramm (über Anwesenheits- oder CO<sub>2</sub>-Sensor)
- Photovoltaik:** Solare Nutzung einplanen bzw. prüfen, zum Selbstverbrauch



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015

## Technische Empfehlungen für die Zukunft

**Schlanke Technik mit Optimierungsfunktion  
und eine nachhaltige Gebäudehülle**

Optimierung



**Fast- Nullenergiegebäude ab 2020  
für Kommunen ab 2019**

Neufassung der EU-Gebäuderichtlinie 2010

stadt aachen



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**

stadt aachen



Betriebsausschuss Gebäudemanagement 05.05.2015