



©@christian scholz

**Tagung Nachhaltiges Bauen und Energieeffizienz**

**21. Wissenschaftl. Konferenz HS Mittweida**

**27.10.2011**

## 1. Definition Energieeffizienz

- Maß für die Ausnutzung der eingesetzten Prozessenergie
- Maximale Energieeffizienz ist das Erreichen eines gewünschten Nutzens mit möglichst geringem Energieeinsatz.
- Vorgänge sind nur dann **nachhaltig**, wenn unnützer Verbrauch **dauerhaft** vermieden wird.

## 2. Nachhaltigkeit und Ökologie

- **Nachhaltigkeit** ist die Nutzung eines regenerierbaren Systemes in einer Weise, dass dieses System in seinen wesentlichsten Eigenschaften erhalten bleibt und sein Bestand auf natürliche Weise wiederhergestellt werden kann.
- Begrifflicher Zusammenhang zum Bauen: Etwas „**hält**“ lange, „**nach**“ dem es gebaut wurde.
- Ursprünglich in der Forstwirtschaft entwickelt.
- Ersterwähnung in der kursächsischen Forstordnung 1560. Wortdefinition durch v.Carlowitz 1713.

### - **Drei Säulen:**

- Ökologische Nachhaltigkeit:

Erhalt der Artenvielfalt, **Klimaschutz**, **Pflege von Kultur-** und Landschaftsräumen, schonender Umgang mit natürlicher Umgebung.

### **Begriffsdefinition Ökologie:**

= Umweltschutz, d.h. Schutz der Umwelt vor störenden Einflüssen und Beeinträchtigungen

- **Ökonomische Nachhaltigkeit:**  
Wirtschaftsweise muss so gestaltet sein, dass sie dauerhaft eine tragfähige **Grundlage für den Erwerb und Wohlstand** bildet.  
Schutz der wirtschaftlichen Ressourcen vor Ausbeutung.
- **Soziale Nachhaltigkeit:**  
Weg, die **Partizipation aller Mitglieder** einer Gesellschaft zu ermöglichen.

**Energieeffizienz** ist also kein auf das Bauwesen beschränkter Begriff, sondern betrifft alle allgemeinen Lebensprozesse:

## Wohnen

- Wärmeverluste aus Heizungs- u. Warmwasserbedarf
- Stromverbräuche
- Energiebereitstellung ú. –erzeugung
- Graue Energie (Herstellerenergie)

## Fortbewegung

- Privatverkehr
- Öffentliche Verkehrsmittel
- Transportprozesse

## Erwerbstätigkeit

- Produktionseinrichtungen
- Produktionsprozesse
- Transport
- Zulieferprodukte

## Öffentliche Funktionen

- Bildung
- Verwaltung
- Freizeit/Sport
- Landesverteidigung usw.

## Ernährung

## Erholung

## 3. Energieeffizienz im Bauwesen

### 3.1 Stand der Gesetzlichkeit in Deutschland

- EG-Richtlinie 2002/91/EG „Energy Performance of Building Directive“
- Energieeinspargesetz
- Energieeinsparverordnung (z.Zt. 2009)
- DIN 18599

### 3.2 Hauptfelder

A – Wärmeverluste

Heizung- und Warmwasserverbrauch (winterlicher Komfort)

B – Lüftungs(wärme)verluste

Hygienische Bedingungen (Atemluft)

C – Elektroenergieverbrauch

Komfortfunktionen (Licht, Essen, Freizeit)

D – Energiegewinnung, -lieferung u. -speicherung

Vornutzungsfunktionen bzw. -verluste

E – Kühlung

Sommerlicher Komfort

F – Behaglichkeit

## 3.3. Fragestellungen beim Gebäudeentwurf

- Passiv („Passivhauskonzept“) oder regenerativ („Sonnenhauskonzept“) bauen?
- Leicht („Holz ist nachhaltig!“) oder schwer bauen?
- Technisiert oder einfach bauen?
- Energiegewinnung zeigen oder verbergen?
- Dämmen oder atmende Fassaden?
- Wärmedämmfassaden und keine Alternative?
- Schauarchitektur oder nur noch Würfelhäuser?
- Glasflächen nach Süden oder kühle, blendungsfreie Gebäude im Sommer?
- Maschinell oder natürlich lüften?
- Nachhaltiges Holz verbrennen und Feinstaub haben oder Fernwärme aus dem Kraftwerk nutzen?
- In Strom anlegen oder doch lieber ein emissionsarmes Auto erwerben?
- Vorgegebenes Raumprogramm oder Flächeneffizienz?

## 4. Was ist derzeit realisierbar und wie können weitergehende Konzepte aussehen?

- **Mindestforderung:** ENEC 2009
- **Zielstandard 2020: Passivhausstandard Neubau** (ca. 50-100% unter ENEC 2009)

Beispiele **Einfamilienhausbau** in Sachsen: BMB/Kettner, Arch. Herklotz, Arch. Reiter, Verfasser.



s. auch [www.passivhausprojekte.de](http://www.passivhausprojekte.de) und [www.energieportal-sachsen.de](http://www.energieportal-sachsen.de) in Sachsen

Die angeführten Beispiele unterschreiten die genannte Zielstellung z.T. bereits deutlich bis zum Nullenergieverbrauch (BMB/Kettner) ohne deutliche Mehrkosten zu produzieren!

## Beispiele **Gewerbebaubau**:

- Sportkaufhaus Timm Bautzen  
**Heizungs**verbrauch: 6 kWh/m<sup>2</sup>a  
d.h. lediglich 550,- € p.a.!

## und **Öffentlicher Bau** in Sachsen:

- Passivhauszweifeldsporthalle  
Dresden-Weixdorf  
Erste Verbrauchswerte:  
**Gesamtenergie**verbrauch  
Lediglich 45 kW/m<sup>2</sup>a abzügl.  
ca. 20 kWh/m<sup>2</sup>a Eigenstrom  
erzeugung!



Beispiel **Sanierung**:

Selbst die erst für 2050 angestrebte Sanierung auf Passivhausstandard ist bereits heute möglich. In Sachsen wurde von Arch. Wohlgemuth bereits ein denkmalgeschütztes Gebäude erfolgreich saniert!



## 5. Exemplarische Lösungen am Beispiel des effizientesten Nichtwohngebäudes in Sachsen – Die Passivhauszweifeldsporthalle Dresden-Weixdorf

- Passiv und regenerativ bauen: Einhaltung der Regeln der Passivhausbauweise und maximale Nutzung regenerativer Energien!
- Leicht und schwer bauen: Immer Speichermassen nutzen; leicht nicht um jeden Preis bauen, sondern da wo es vorteilhaft ist!
- Technisiert und einfach bauen: Neueste Technik nutzen und nachvollziehbar und funktionsfähig zusammenfügen!
- Energiegewinnung zeigen und verbergen: Nur dort zeigen, wo gestalterisch verträglich!
- Wärmedämmfassaden wirtschaftlich einsetzen und Alternativen effektiv nutzen: Es gibt materialgerechte Alternativen!
- Architektur mit Anspruch und Raumeffizienz!
- Glasflächen nach Norden!
- Maschinell lüften im Winter; natürlich lüften im Sommer!
- In Strom lokal erzeugen und in Elektroautos selber nutzen!
- Vorgegebenes Raumprogramm kreativ entwickeln!

## 5.1. Eine ungewöhnliche Ausgangssituation!

- Breitensportgemeinschaft mit heute 850 Mitgliedern.
- 60% Mitgliederanteil Jugendliche.
- Perspektivisch keine wettkampftaugliche Sporthalle für Ballspiele.
- Schulstandort mit zweizügiger Grund- und Mittelschule.
- Keine Schulturnhalle geplant.
- Kegelbahn/Umkleidegebäude 2002 KfW 60.
- Judohalle/Verwaltung 2006 KfW 60.



## 5.2. Zielstellungen des Auftraggebers

- Eingetragener Verein ohne finanzielle Reserven - Kostensicherheit.
- Nebenkosten müssen dauerhaft tragbar sein - geringer Verbrauch.
- Innerörtliche Lage – robuste Bauwerksausführung.
- Blendfreie Ausführung – Orientierung und Sonnenschutz.
- Weitgehende versorgungstechnische Autarkie muss grundsätzlich möglich sein.



## 5.3. Konzeption (2005-2007)

### Gebäudehülle

- Einhaltung der Vorgaben des PHI.
- Marktverfügbare Dämmstoffe.
- Hohe Speichermassen schaffen.
- Dichtigkeit höher als Mindestforderung anstreben.
- Gebäudemassen als Kurzzeitspeicher.

### Restwärmeerzeugung

- Überwiegend regenerative Erzeugung anstreben.
- Energieträger mit niedrigen Kosten verwenden.
- Mindestens Zwischenspeicherung erforderlich.
- Saisonale Speicherung anstreben.
- Große Wärmeübergabeflächen erforderlich.

### Sommerlicher Wärmeschutz

- Passive Gewinne nur eingeschränkt nutzen.
- Bauliche Verhinderung zu starker Aufheizung.
- Passive Kühlverfahren nutzen.

### Lüftung

- Keine natürliche Lüftung aus Gründen der Nutzung.
- Verwendung hocheffizienter Wärmetauscher.
- Luftmengen nur für hygienischen Mindestluftwechsel und Feuchtelast auslegen.
- Keine planmäßige Nachheizung.

### Elektroenergie / Beleuchtung

- Tageslichtgewinne vorwiegend nördlich nutzen.
- Blendung vermeiden.
- Beleuchtung bedarfsgerecht zur Verfügung stellen.
- Energieeffiziente Antriebe.
- Regenerative Stromerzeugung am Bauwerk.

### Gestaltung / Raumprogramm

- Höhenpassung an Kleinsiedlungsgebiet.
- Kompakte Bauform.
- Optimierte und effiziente Grundrisse (nur Bedarf!).

# Dr.-Ing. Karsten Vietor

*Am Königswald*

Planungsgesellschaft mbH · Königsbrücker Landstraße 55 · 01109 Dresden



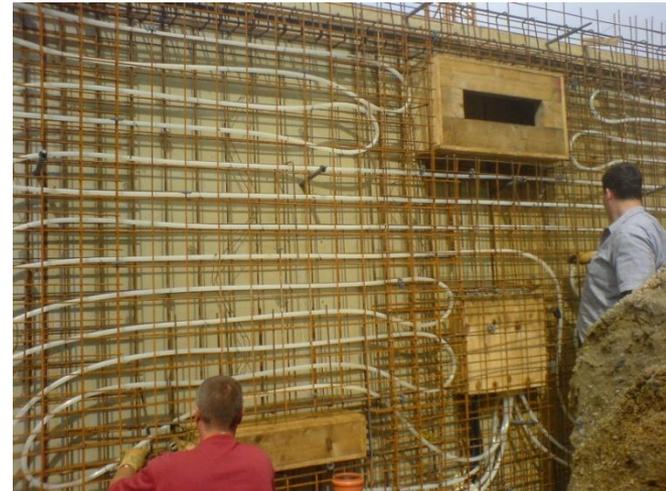
**Vortrag Tagung Mittweida**

**Nachhaltiges Bauen und Energieeffizienz**

## 5.4. Bauliche Umsetzung

### Gebäudehülle

- Formfaktor  $A/V$  0,39 (zum Vergleich: EFHs min. 0,8!)
- Teilweise zweigeschossig. 2,6m eingeeidet.
- Umfahrbare Dämmung u. Dampfsperrebenen. Problembereiche: Stahlkonstruktionen
- U-Werte Umfassungsflächen 0,11 bis 0,17  $W/m^2K$ : Sportboden u. Aufenthaltsräume XPS untenliegend 0,13, Wände als vorgehängte Fassade, Kleinflächen als WDV's EPS/PUR 0,14; 60% Leicht(ober)dach 0,123; 40% Massiv(unter)dach 0,145; Bodenplatten Nebenräume 0,165
- Massivdächer u. Leichtdächer soweit ohne Nutzung begrünt. Regenwasserversickerung.
- Betonkernaktivierung / Wärmespeicherung - low exergie System.
- Festverglasungen (südlich/östlich) anteilig < 20%
- Fenster- u. Pfosten-Riegelfassaden (nördlich/westlich) anteilig > 40%
- Dichtigkeit <  $0,1 h^{-1}$



## 5.5 Anlagentechnische Umsetzung

### 5.5.1 Anlagentechnik – Heizung („Temperierung“)

#### - Wärmequellen:

Tiefenbohrungen 400m (rechnerisch 300m!).  
20m<sup>2</sup> thermische Solaranlage.  
Stadtgas (alternativ: Biogas).

#### - Wärmeerzeugung:

Absorptionswärmepumpe 37 kW.  
Brennwertkessel f. WW-Spitzen u. als backup.

#### - Wärmeverteilung:

5 Temperier- und Heizniveaus von 20-30°  
Temperaturgenaue Verteilung über Zortströmverteiler.

#### - Wärmespeicherung:

Tiefenbohrungen als saisonaler Speicher  
Mittelfristig: Einlagerung in Bodenplatten, Decken,  
Wände (insgesamt ca. 470 m<sup>3</sup> Schwerbeton aktiviert)  
Kurzfristig: 3 m<sup>3</sup> Warmwasserspeicher.

#### - Sommerfall:

Passive Kühlung über aktivierte Wände (Tiefenbohrungen  
als Pendelspeicher).



## 5.5.2 Anlagentechnik – Lüftung

### Auslegung (Kriterien nach Bedeutung):

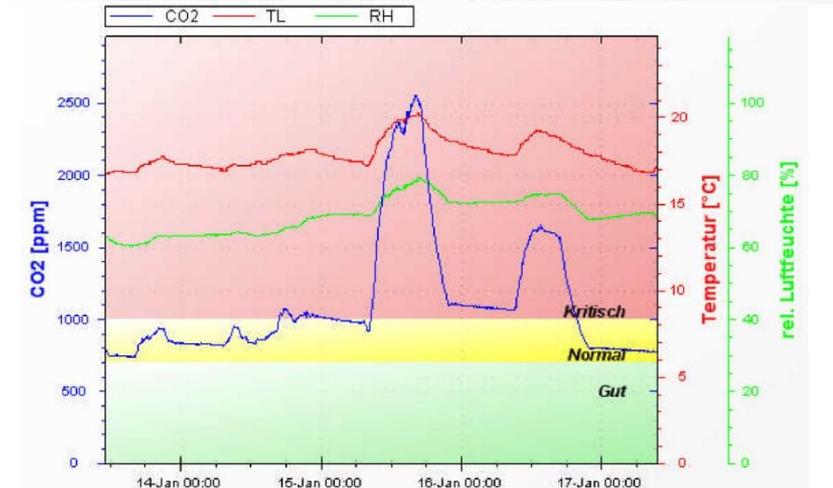
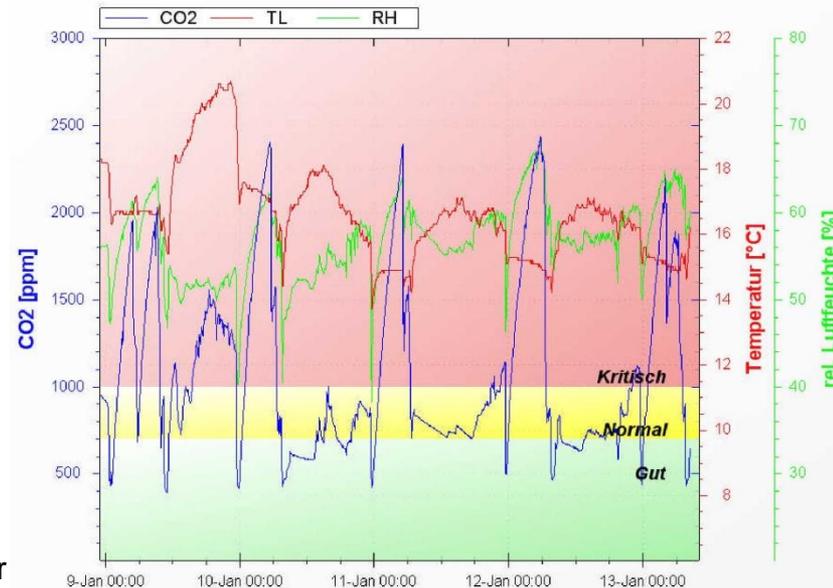
- CO<sub>2</sub> (Mischgas) –Gehalt der Atemluft: Leistungsfähigkeit des Menschen nimmt oberhalb des Grenzwertes von 1.400 ppm deutlich ab. Besonders kritisch: Hohe Belegungen (Schulen!) u. hohe Atemleistungen (Sport). Lange Aufenthaltszeiten (Schlafzimmer!).
- PH: 15-40 m<sup>3</sup>/h – max. 100 Pers. \* 40 m<sup>3</sup>/h - Lüftungsanlage 4.000 m<sup>3</sup>/h o. volumenbezogener Mindestluftwechsel 0,3 h<sup>-1</sup>
- CO<sub>2</sub>- , feuchte- und zeitgeführte Steuerung.  
Energieeinsparung:  
Möglichst guter WT: Wärmerückgewinnungsgrad 93% (Accublock).  
Zusätzl. Einbindung regenerativer Quellen: Lüftungserdwärmetauscher DN 200 1.000m. Geringste Lüftungswärmeverluste (Dichtigkeit <0,1).  
Keine Restwärmezuführung über Lüftung: 1° C bedeuten zus. 6% Wärmeverluste!

Ergebnis: Rechnerisch (und praktisch) keine Nachheizung der Zuluft!

-Sommerfall:

Nachtlüftung über Fenster ist i.d.R. nicht realisierbar (Nutzerabhängigkeit, Versicherung, Witterungsabhängigkeit usw.); maschinelle Nachtauskühlung ist wegen geringen Volumenstromes trotz EWT begrenzt!

Ergebnis: Zusätzliche bau- und anlagentechnische Massnahmen!





## 5.5.3 Anlagentechnik – Elektrotechnik und Stromerzeugung

### Verbraucher:

- T5-, Energiespar-, LED-Leuchten, EVGs.
- Tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung; Allgemeinbeleuchtung präsenzabhängig.
- Sonstige Gerätetechnik: verbrauchsarm n. Vorgaben PHI.
- Nutzerschulung: Einweisungen, Schaltberechtigungen.

### Erzeugung:

- Photovoltaikanlage 205m<sup>2</sup>, 7 ° Abweichung Südrichtung; 15 ° Neigung.  
Ertrag: Ca. 30.000 kWh/a

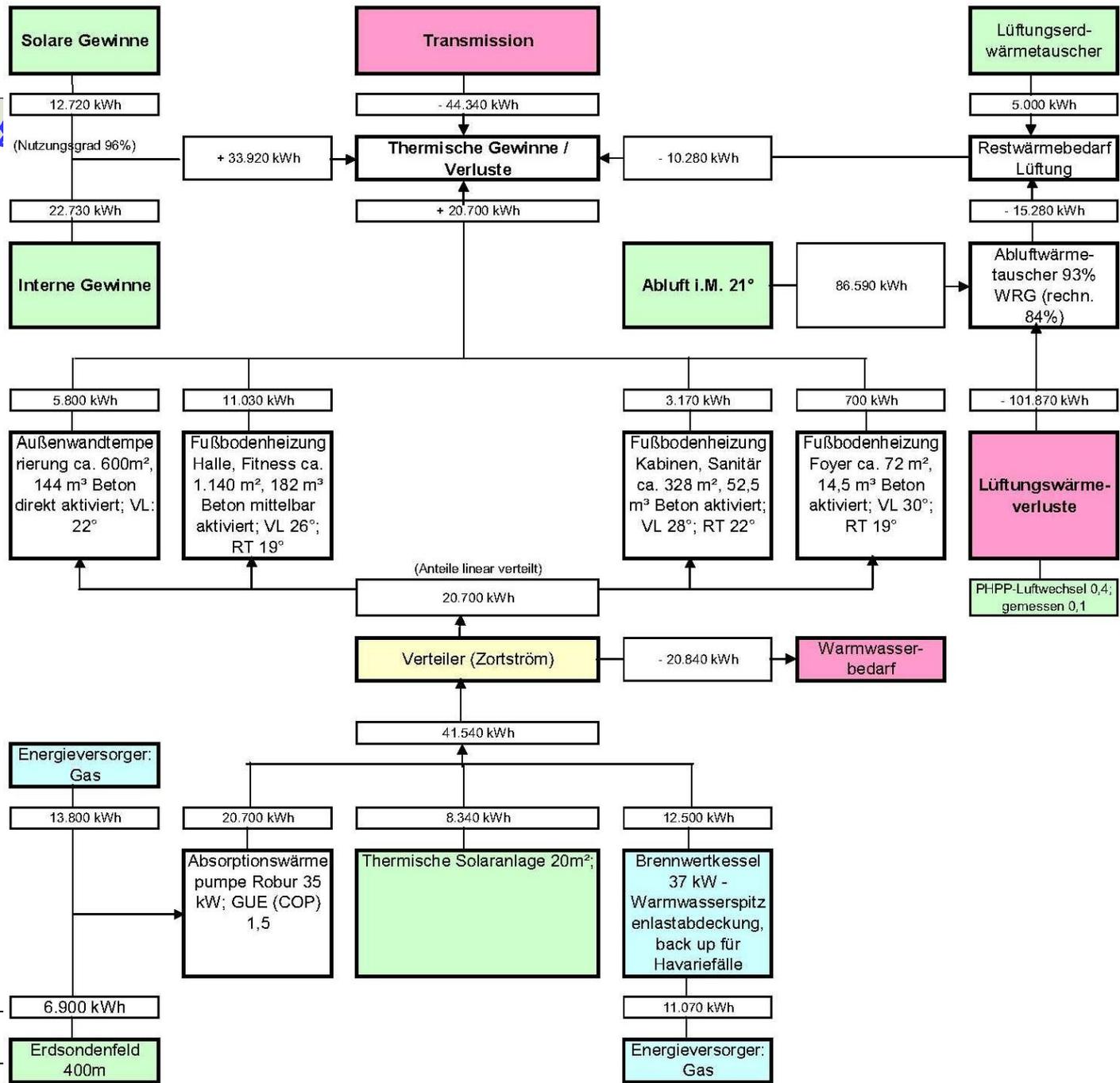


Detailansicht solarelektische Anlage von Süden



Gesamtansicht solarelektische Anlage,  
Eingangsbereich und Dachbegrünung

Am König



erden

5.4 Blocksaltbild  
Darstellung des thermischen Energieflusses

fizienz

## 5. Betriebserfahrungen

### Kosten

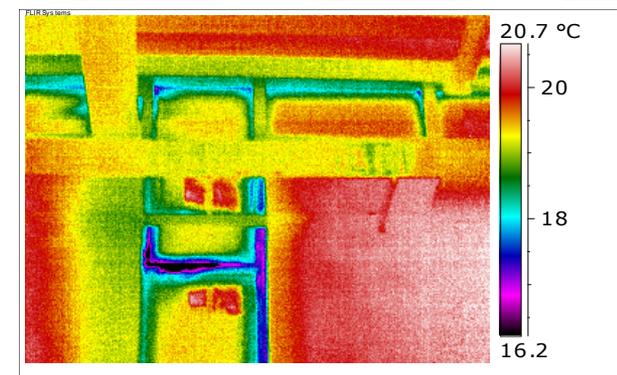
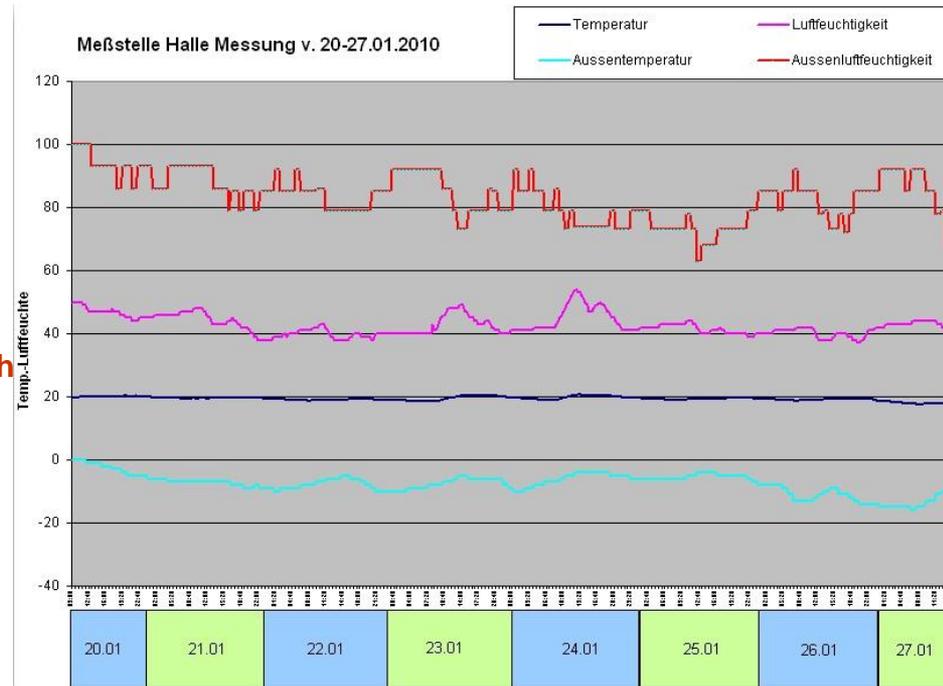
- KGR. 300: 851 €/m<sup>2</sup>
- KGr. 400: 260 €/m<sup>2</sup>
- Gesamtkosten: 2,55 Mio. € (zum Vergleich LH Dresden i.M. 3,5 Mio. n. ENEV!)

### Verbräuche

	Planung	tats. Verbrauch
- Warmwasser + Heizung:	40.772 kWh (27 kWh/m <sup>2</sup> a)	48.255 kWh (32,3 kWh/m <sup>2</sup> a)
(incl. überhöhte Verbrauch 01/10 infolge Anlagenfehlern, aber ohne Abzug Solarertrag)		
- Elektroenergie:	41.745 kWh (27,9 kWh/m <sup>2</sup> a)	22.589 kWh (15,1 kWh/m <sup>2</sup> a)
- Elektroerzeugung:		- 30.000 kWh (20,08 kWh/m <sup>2</sup> a)
Gesamt:	85.517 kWh (54,9 kWh/m <sup>2</sup> a)	40.844 kWh (27,4 kWh/m <sup>2</sup> a)

### Behaglichkeit

- Luftqualität: i.M. 900 ppm (max. 1350 ppm bei Wettkämpfen)
- Die Luftqualität wird von den Nutzern als gut beurteilt!
- Strahlungsasymmetrie: praktisch 0 (18-20° )
- Raumtemperaturen: 17° Halle, 22° Kabinen



- Plusenergiehäuser: Plusenergiehäuser erzeugen mehr Energie als sie infolge ihrer Nutzung verbrauchen. Dies wird erreicht durch eine gegenüber dem Passivhausstandard nochmals verbesserte Energieeffizienz und die zusätzliche Einbindung der Eigenerzeugung von Energie. Die erzeugte Energie überdeckt den Eigenverbrauch der Bewohner an Heizenergie, Warmwasser und Strom und gestattet dadurch erstmalig auch die Effizienzverbesserung bauwesenfremder Bereiche, wie z.B. des Energiebedarfes für die individuelle oder öffentliche Mobilität.

Erste Konzepte durch Wettbewerbsaufforderung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung an Universitäten mit Praxispartnern im Herbst 2010. Die eingereichten 10 Arbeiten versuchten mit unterschiedlichsten Ansätzen das gestellte Ziel zu erreichen:

- Niedrigste Heiz- und Warmwasser- verbräuche von ca. 40 kWh/m<sup>2</sup>a entspr. jeweils ca. 2.500 kWh für Heizung/WW und Erzeugung von thermischer Energie.
- Minimierte Haushaltstromverbräuche von ca. 2.000 kWh/m<sup>2</sup>a.
- Erzeugung von Strom i.H.v. ca. 14.000 kWh/m<sup>2</sup>a zur Deckung der zusätzlichen Verbräuche von 2 PKW und einem E-Roller.

Die vorgegebenen ungünstigen Randbedingungen sind im Bild zu erkennen.



# Dr.-Ing. Karsten Vietor

*Am Königswald*

Planungsgesellschaft mbH · Königsbrücker Landstraße 55 · 01109 Dresden



**20.11.2009: „Inbesitznahme“ der Passivhausturnhalle durch die Schüler der Ortschaft DD-Weixdorf.**

**Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit!**