

Dr.-Ing. Karsten Vietor

Am Königswald

Planungsgesellschaft mbH • Königsbrücker Landstraße 55 • 01109 Dresden



Fachsymposium HTW 2014
Alternative Gebäudeenergiekonzepte

1. Bauliche Lösungsansätze am Beispiel des effizientesten Nichtwohngebäudes in Sachsen: Die Passivhauszweifeldsporthalle Dresden-Weixdorf

1.1. Eine ungewöhnliche Ausgangssituation!

- Breitensportgemeinschaft mit heute 950 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.



1.2. 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.



1.3 Grundsätze des Passivhausbaues

- 1988 Forschungsprojekt Passivhaus Prof.Feist / Prof. Adamson
- 1991 1.Demonstrationsgebäude Darmstadt-Kranichstein:

Schwerpunkte: passive Solarenergienutzung (Fenster nach Süden); niedriger Heizwärmebedarf $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (= 1,5L Öl pro $\text{m}^2 \text{ a}$); Primärenergiebedarf $\leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$; Wärmeverluste (Wände $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, Fenster $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$); hochwirksame Lüftungsanlage ($\geq 75\%$ WRG) dient zugleich zur Restwärmezuführung; Luftdichtigkeit $\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ bei 50 Pa; keine Wärmebrücken

Grundprinzip: Geringe Verluste (=hohe Effizienz) – geringer Verbrauch!



1.4 Weitere Versuche und / oder Alternativen

- Jenni Sonnenhaus 1989 Oberburg Schweiz

Ziel: 100% solarer Deckungsanteil

170m² Wohnfläche; 84m² thermische Solarkollektoren; 94m³ Pufferspeicher; 43m² solarelektrische Anlage; Batterien 48kWh

Grundprinzip: Umweltenergie steht kostenlos zur Verfügung!



- Heliotrop Freiburg

(Disch 1994)

zylinderförmiges, drehbares
Gebäude, 54m² zweiachsig
nachführbare solarelektrische
Anlage; 34,5m² Vakuum
(thermische) Kollektoren;
Holzofen; hochdämmende
Gebäudehülle (U=0,14);
Lüftungsanlage
mit WRG und EWT

**Grundprinzip: Mit
modernster**

**Technik läßt sich alles
erreichen!**



1.5 Konzeptionelle Fragestellungen

- Gibt es konzeptionelle Unterschiede zwischen verschiedenen Gebäudetypologien (EFH vers. NWG) und Nutzungen ?
 - Ja! Absolute Größe (z.B. Heizung erforderlich). A/V-Verhältnis. Blendung. Überhitzung. Nutzung Schule 30 Nutzer/ Zimmer – Wohnen max. 2 Personen
- Ist es sinnvoll nur passiv oder regenerativ zu bauen? ► Einhaltung der Regeln der Passivhausbauweise und maximale Nutzung regenerativer Energien!
- Soll man leicht oder schwer bauen? ► Immer Speichermassen nutzen; leicht nicht um jeden Preis bauen, sondern da wo es vorteilhaft ist!
- Soll man hochtechnisiert oder einfach bauen? ► Neueste Technik nutzen und sicher funktionsfähig zusammenfügen!
- Soll man die Energiegewinnung zeigen oder verbergen? ► Nur dort zeigen, wo gestalterisch verträglich!
- Kommen nur Wärmedämmfassaden wirtschaftlich in Frage oder gibt es Alternativen?
 - Es gibt materialgerechte Alternativen!
- Wie kompensiert man die wirtschaftlichen Mehraufwendungen der neuen Technik?
 - Suffizienz – Planen nur das was notwendig ist (z.B. Mindestflächenverbrauch, Material)
- Wie erreiche ich einen hohen Tageslichtanteil ohne Blendung u. Überhitzung? ► Glasflächen nach Norden!
- Wie erreiche ich eine optimale Luftqualität ohne Vollklimatisierung? ► Maschinell lüften im Winter; (möglichst) natürlich lüften im Sommer!
- Wie nutze ich regenerative (Wärme)Energie möglichst effizient und habe sie dann zur Verfügung, wenn ich sie benötige? ► low-exergie-Prinzipien und einfache Energiespeicherung
- Kann man auch hochwertige Energieformen substituieren? ► Effiziente Technik, Strom lokal erzeugen und möglichst selber nutzen!

1.6. 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!).



2. Die Umsetzung



2.1. 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/m²K: 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



2.1 Anlagentechnische Umsetzung

2.1.1 Anlagentechnik – Heizung („Temperierung“)

- Wärmequellen:

Tiefenbohrungen 400m (rechnerisch 300m!).

20m² 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 m³ Schwerbeton aktiviert)

Kurzfristig: 3 m³ Warmwasserspeicher.

- Sommerfall:

Passive Kühlung über aktivierte Wände (Tiefenbohrungen als Pendelspeicher).



2.1.2 Anlagentechnik – Lüftung

Auslegung (Kriterien nach Bedeutung):

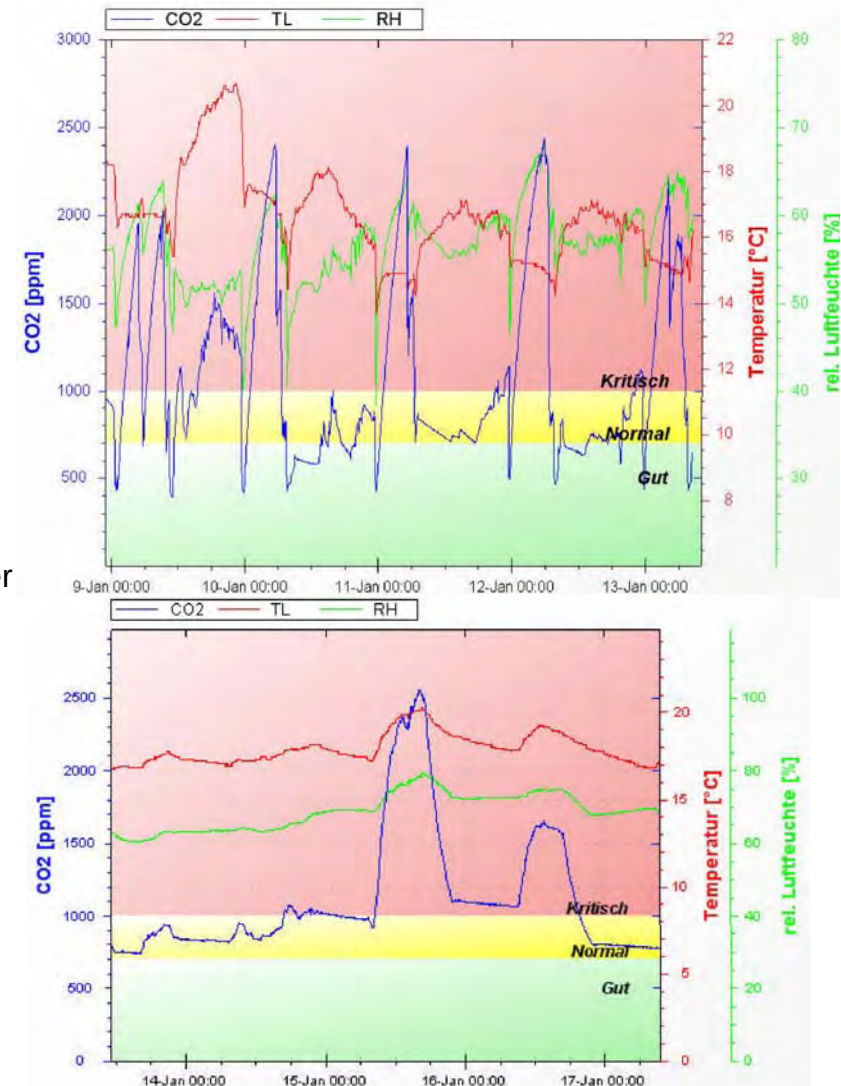
- CO₂ (Mischgas) –Gehalt der Atemluft: Leistungsfähigkeit des Menschen nimmt oberhalb des Grenzwertes von 1.400 ppm deutlich ab. Besonders kritisch: Hohe Belegungen (Schulen!) u. hohe Atemleistungen (Sport). Lange Aufenthaltszeiten (Schlafzimmer!).
- PH: 15-40 m³/h – max. 100 Pers. * 40 m³/h - Lüftungsanlage 4.000 m³/h o. volumenbezogener Mindestluftwechsel 0,3 h⁻¹
- CO₂- , 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!





2.1.3 Anlagentechnik – Elektrotechnik und Stromerzeugung

Verbraucher:

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

Erzeugung:

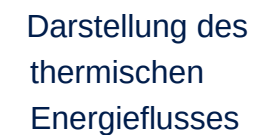
- Photovoltaikanlage 205m², 7 ° Abweichung Südrichtung; 15 ° Neigung.
- Ertrag: Ca. 30.000 kWh/a



Detailansicht solarelektrische Anlage von Süden



Gesamtansicht solarelektrische Anlage,
Eingangsbereich und Dachbegrünung



3. Betriebserfahrungen

Kosten

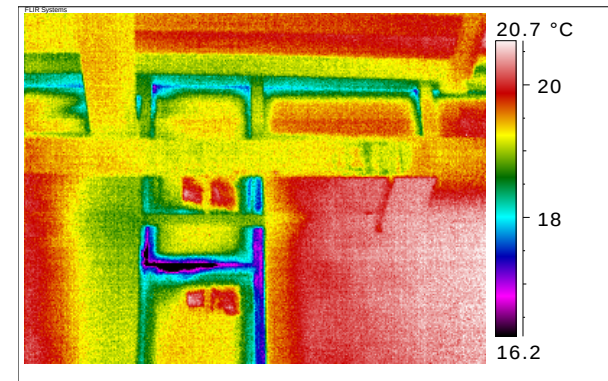
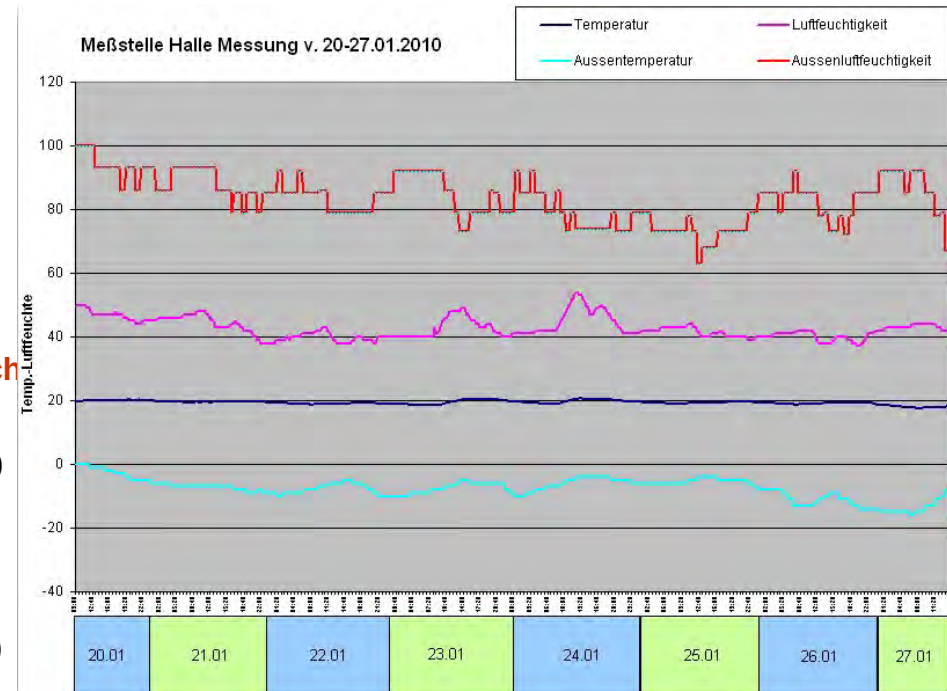
- KGR. 300: 851 €/m²
- KGr. 400: 260 €/m²
- Gesamtkosten: 2,55 Mio. € (zum Vergleich LH Dresden i.M. 3,5 Mio. n. ENEV!)

Verbräuche

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



4. Das Monitoring

Auftragnehmer ENOB-Projekt:

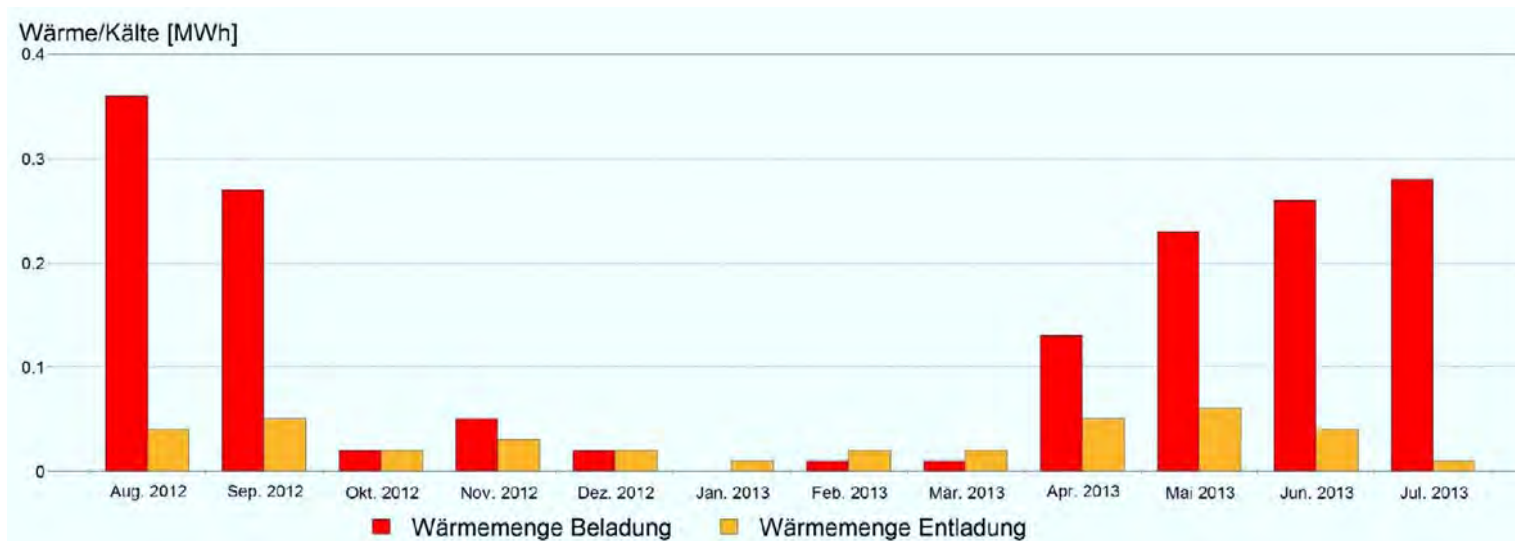
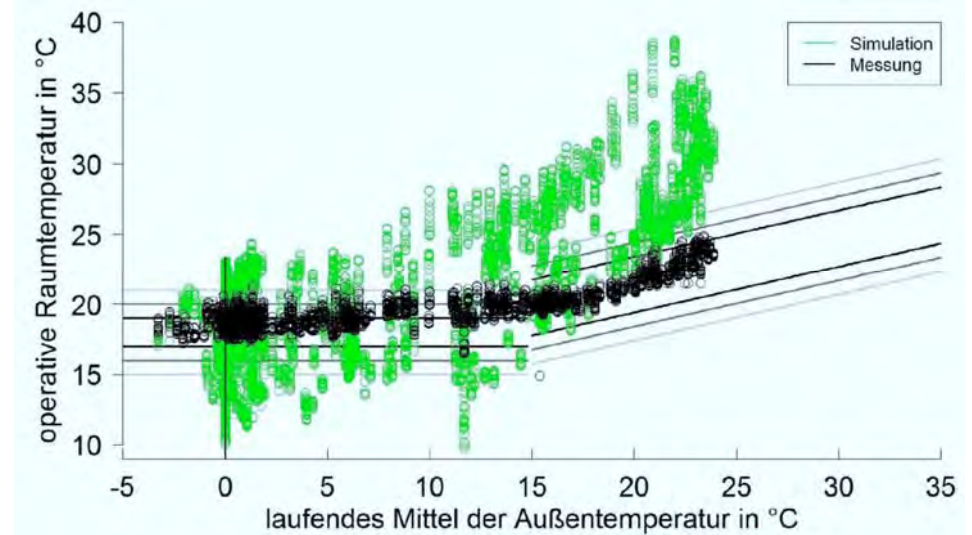
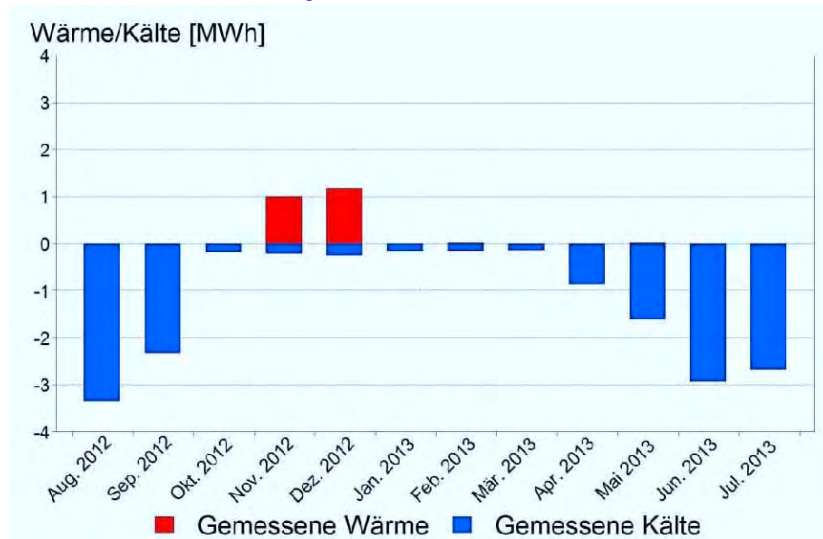
- TU Dresden – Institut für Energietechnik, Professur f. Gebäudeenergietechnik, Prof. Dr. Clemens Felsmann
- Fraunhofer - Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Dr.-Ing. Doreen Kalz
- „Am Königswald“ Planungsgesellschaft mbH, Dr.-Ing. Karsten Vietor

Untersuchte Teilobjekte

- Bauliche Hülle: Oberflächentemperaturen, Wärmestromplatten
- Behaglichkeit: Schichtung Raumtemperaturen, Luftqualität
- Gebäudetechnik Heizung : Erdwärmesonden, Wärmepumpe, Wärmeverteilung, - speicherung, Volumenströme
- Gebäudetechnik Lüftung : Erdwärmetauscher, Geräte-WT, Luftverteilung,
- Gebäudetechnik Elektro: Einzelverbräuche Unterverteilungen und Einzelgeräte (Lüftung, Heizung, Pumpen)

Zwischenergebnisse:

- Von 36 BKT-Kreisen waren 2 defekt: Nichteinhaltung der Bohrtiefen durch Schalungsbau (repariert) und Türeinbau.
- Ein Rohr des Lüftungs-EWT zerstört (Verdichtung?): repariert.
- Der Verzicht auf den passiven Sonnenschutz wirkt sich wegen der zweistufigen passiven Kühlung nicht auf das Temperaturniveau der Innenräume im Sommer aus. Bei bestimmten Sonnenständen in den Übergangszeiten nachmittags entstehen einzelne Blendungsbereiche bei Quernutzung der Spielfelder (Badminton): Einbau von Blendschutzfolien/gitter.



- WP taktet zu stark, Energieverluste auch durch kontinuierlichen Betrieb ohne Abnahme.
- Wärmeverteilung stellt sich nicht wie geplant ein: Trennung WP von Schichtverteilzentrum (Zortström) und Anbindung über Zwischenspeicher sowie Pumpenbetrieboptimierung.
- Solarwärme für Heizung überwiegend nicht nutzbar (solarer Deckungsgrad WWB 63%): Änderung Speichereinbindung.
- Spreizung einzelner Fußbodenheizungs- und BKT-Kreise zu gering: Abstimmung BKT/Fußbodenheizung verbessern, ungewollte Wärmeeinträge Lüftung verhindern.
- Brennwertgerät (Legionellenabsicherung) mit fehlerhaften Volumenströmen: Betriebsoptimierung.
- Lüftungsanlage heizt nach: Reduzierung der Grenztemperaturen.
- Kälteentnahme durch Erdwärmesonden effizient, Wärmeentzug nicht.
- Lüftungs-EWT: Sommer/Winterbetrieb effizient, Reserven in Übergangszeiten.
- Neu: Nach Änderung Empfindlichkeit Feuchtesensor Anstieg Stromverbrauch Lüftung um ca. 50% überwiegend im Sommer (vermutlich Innenkondensation).

Dr.-Ing. Karsten Vietor

Am Königswald

Planungsgesellschaft mbH • Königsbrücker Landstraße 55 • 01109 Dresden



C@christian scholz

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

Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit!