

*Jahresbericht 2001*

# *Projekt*

## *Öko-Siedlung Melchrüti*

## *Wohnpark Balance Wallisellen*

Autoren	René Naef, Arthur Huber
Beauftragte Institution	IGJ
Adresse	Jupiterstrasse 26, 8032 Zürich
Telefon., E-mail	01 380 36 88, naef@igjzh.com
BFE Verfügungs-Nr.	75166
Dauer des Projekts	11.00 bis 5.02

### **Zusammenfassung**

Das Minergie-Projekt mit 61 Wohnungen auf 13 Gebäude verteilt in der von Zürich angrenzenden Gemeinde Wallisellen wurde mit grossem Interesse von Architekten und Haustechnikern verfolgt.

Die Gebäude und Wohnungen zeichnen sich durch folgende spezielle Merkmale aus:

Hohe Wärmedämmung mit Fenstern U-Wert unter  $0.85\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (Glas  $0.5\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ), Solarfassade mit Kartonwabe und Glas als langlebiger und unterhaltsamer Aussenschutz.

Luftheizung mit Erdregister, Luft-Plattenwärmetauscher, Abluftwärmepumpe für Warmwasser und Luftvorheizung, Elektro Nachwärmern

Luftverteilung in abgehängter Decke im Nasszellenbereich aufputz installiert.

Verarbeitung der ökologischen Materialien vor Ort in einer Bauhütte, kurze Bauzeit .

Flexible Wohnform auf  $216\text{m}^2$  EBF mit Betonkern für die Nasszellen, freier Einteilung der Schlaf- und Wohnräume, grosser Terasse und Umgang.

Das Projektziel beinhaltet die Beurteilung der Effizienz des gewählten Energiekonzeptes mit dem Kombigerät mit einer Abluftwärmepumpe für die Luftvorwärmung und das Brauchwarmwasser. Mit den gemessenen Grössen wird das Energieflussdiagramm aufgezeichnet.

In der vom Juli 2000 bis Juni 2001 ausgemessenen Wohnung im 1. Obergeschoss des Block N, Melchrütistrasse 24 in Wallisellen wurden die prognostizierten Verbrauchswerte wegen Optimierungs- und baulichen Problemen noch nicht erreicht.

Ein Verbesserungspotential konnten wir in der Haustechnik bei der Verlegung und der Einbettung des Erdregisters, der Geräte-Steuerung, der Luftverteilung und der Gebäude-Luftdichtigkeit feststellen. Als ebenfalls grosses Potential sehen wir das Verhalten des Benutzers und die Detailausführungen bei den Fensteranschlüssen und der Wohnungsabdichtungen auf der baulichen Seite.

Mit den Erfahrungen aus dem Winter 2000/2001 konnten diverse Anpassungen vorgenommen werden. Die Auswertung einer zusätzlichen Messung für den Winter 2001/2002, ist zu empfehlen.



## Projektziele

Das Projekt mit dem Titel „Balance“ ist wegen den diversen baulichen und haustechnischen Innovationen über die Landesgrenze bekannt geworden und ist an den diversen Informations-Veranstaltungen bei Architekten und Haustechnikplanern auf grosses Interesse gestossen.

Der anzustrebende Minergie-Standard mit  $45 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  für Heizung, Warmwasser und Lüftung wird überprüft. Erfahrungen und Verbesserungsvorschläge sollen mit dem Projekt formuliert und weitergegeben werden. Durch die Nachfrage für eine Systemlösung mit Abluftwärmepumpe sollen weitere Hersteller aufgefordert werden, Produkte für Niedrigenergiehäuser zu entwickeln.

### Gebäudehülle

Der Energieverbrauch des sehr kompakten Gebäudes wurde mit einer hoch wärmedämmende Gebäudehülle minimiert. Fenster mit Glas U-Wert von  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , Außenwand in Leichtbausystem mit Paralam Holzstützen, TJI-Trägern (OSB verleimte H-Träger), 21.5 cm Cellulose und Solarfassade [1] mit Kartonwabe und eisenarmer Glashaut.

### Heizungs- und Lüftungskonzept

In der Wohnüberbauung Melchrüti wird jede Wohnung einzeln mit einem Kompaktgerät beheizt und belüftet. Es wird ein Gerät der Firma Genvex eingesetzt. Es besteht aus einem 185 Liter-Speicher für das Warmwasser sowie aus einer Abluft-Wärmepumpe mit integriertem Zuluft-Ventilator. Da das Gerät immer zentral in einer Wohnung steht, bleiben die Verteilverluste in der betreffenden Wohnung. Auf eine statische Heizung (Fussbodenheizung, Radiatoren) wird verzichtet. Statt dessen wird mit der Zuluft geheizt. Verlangt der Raumhauptthermostat Wärme wird in erster Priorität die Luft vorgewärmt. Mit der Restwärme, im Sommer und während der Übergangszeit wird der WP-Kondensor in der Zuluft ausgeschaltet und die Wärme an das Warmwasser abgegeben. Möglich wird dies dank der sehr guten Wärmedämmung und des optimalen Oberflächen/Volumen-Verhältnisses des Gebäudes.

### Luftführung

Die Zuluft wird separat in jedem Zimmer eingeblassen. Die Luft in den Schlafzimmern (Nordseite) wird nicht abgesaugt, sondern durch Rohre in das Wohnzimmer geleitet. Die Luft des Wohnzimmers wird bei der Glasfront auf der Südseite durch die Sonnenstrahlung erwärmt. Diese warme Luft wird abgesaugt und über Umluft wieder ins Lüftungssystem eingeschleust. Dadurch kann die gewonnene Sonnenenergie über die Lüftungsanlage verteilt und wieder verwendet werden. Dies bewirkt, dass die warmen Südzonen und die kälteren Nordzonen in der Wohnung aktiv ausgeglichen werden können. Die Umluft aus dem Wohnzimmer wird mit Frischluft gemischt und gelangt wieder in den Kreislauf. Die Fortluft, die aus den Badezimmern und der Küche abgesogen wird, kehrt nicht mehr ins System zurück und wird über das Lüftungsgerät abgeführt. Bevor sie aber das Haus verlässt, wird ihr über die Abluftwärmepumpe die vorhandene Energie entzogen.

Die grösste Schallquelle ist der Zuluftventilator. Direkt nach dem Ventilator werden deshalb Rohrschalldämpfer montiert. Zwischen den einzelnen Zimmern kommen Telefonieschalldämpfer zum Einsatz. Das Nachströmen der Luft ins Bad erfolgt über Ritzen.

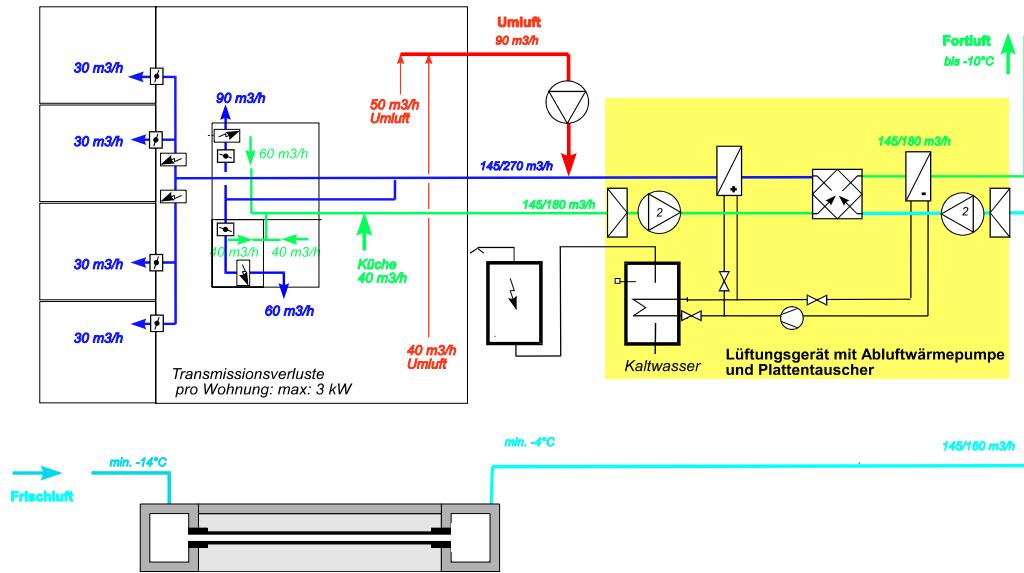


Fig.1: Das Bild zeigt das Prinzipschema einer Geschosswohnung mit dem Lüftungsgerät und den zusätzlichen elektrischen Nachwärmern für 4 Zonen.

### Hauptziele

Die Hauptziele im Messprojekt sind die folgenden Punkte zu prüfen und quantifizieren:

- Energiekonzept mit Lüftungsanlage in Kombination mit Luftheizung,,
- Erdregister im Erdreich in Kanalisationsnähe verlegt für die Amplituden-Dämpfung der Außenluft im Winter und im Sommer,
- Kombigerät für Lüftung und Warmwasser, Gerät ausgerüstet mit Luft-Plattenwärmetauscher, Abluftwärmepumpe und Warmwasserspeicher, überprüfen des Verbrauchs und der Effizienz des Gerätes,
- Deckung des Restenergiebedarfs für 4 Temperaturzonen mittels elektrischer Direktheizung in der Zuluft. Beurteilung der Temperaturzonen,
- Überprüfen der Behaglichkeit in den Wohnräumen.

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Mit Jahresmessungen von Temperaturen, Leistungen und den Zählerablesungen möchten wir Einzelauswertungen und eine Jahresauswertung der gewählten Mess-Wohnung im 1. Obergeschoss der Melchrütistrasse 24 in Wallisellen zeigen.

Nachfolgend zeigen wir Messungen, welche mit dezentralen Datenlogger im Sommer 2000 und Winter 2000 / 2001 registriert wurden.

Das Erdregister wurde mit dem Programm WKM ausgelegt. Die Planungswerte mit den Januar DRY Zürich SMA Daten sind mit den Messdaten im Januar 2001 nachfolgender Tabelle verglichen und zeigen in der Messung ein um ca. 2 K besseres Ergebnis als erwartet.

Das Erdregister ist 22 m lang und mit einem einwandigen gerippten PE-Rohr mit einem Durchmesser von 150 mm ausgeführt.

Erdregister-Werte im Januar 2001	Planung mit WKM Programm	Messung im Januar 2001
Aussentemperatur in °C	-5 °C	-5 °C
Erdregistertemp. am Ausgang in °C	0° bis 1 °C	3° bis 3.6 °C

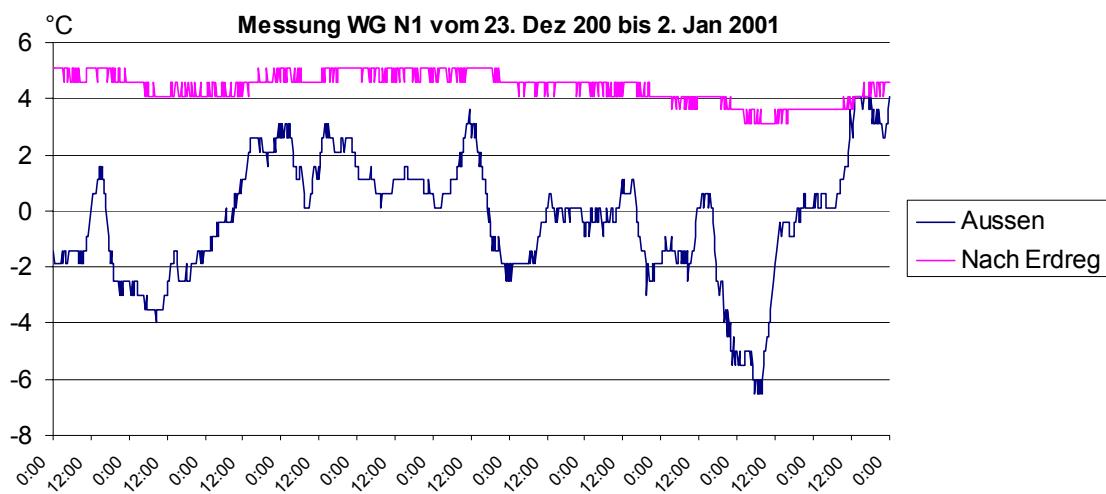


Fig. 2: Das Diagramm zeigt die gemessenen Aussentemperatur vor dem Erdregister und die Temperatur nach dem Erdregister unter dem Steigschacht in der Kernzone des Gebäudes im Winter 2000 / 2001.

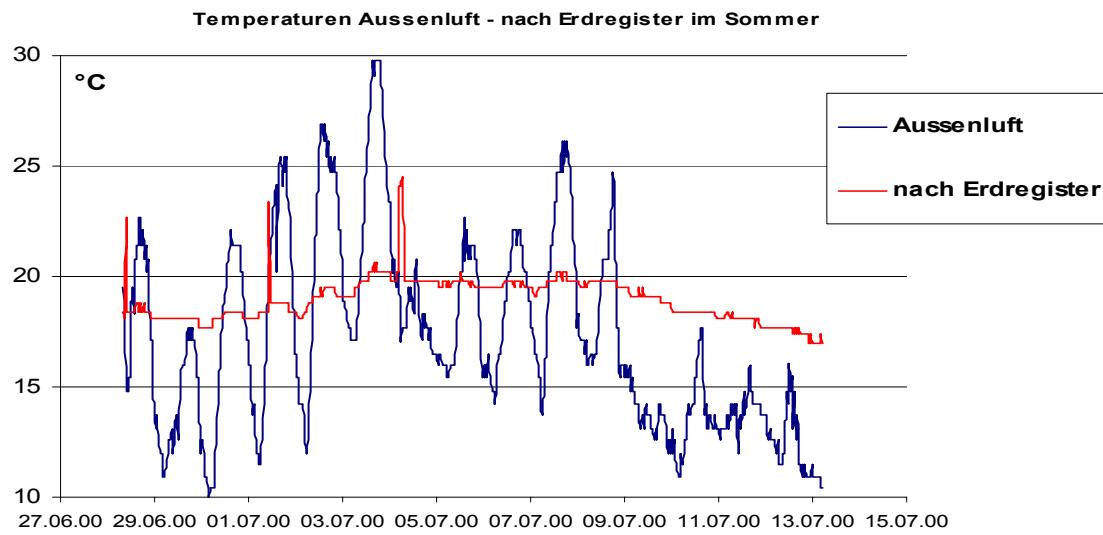


Fig. 3: Das Diagramm zeigt die gemessenen Aussentemperatur vor dem Erdregister und die Temperatur nach dem Erdregister unter dem Steigschacht in der Kernzone des Gebäudes im Sommermonat Juli 2000. Die Ausreisser in der Kurve nach Erdregister interpretieren wir als Messfehler, evtl. Stillstand der Anlage.

Da die Siedlung in der unmittelbaren Umgebung der Abflugschneise des Flughafen Kloten liegt und die Fensterlüftung auch im Sommer eher selten genutzt werden kann, wurde das Energiekonzept mit dem Lüftungsgerät und integrierter Abluftwärmepumpe für die Warmwasserbereitung als sinnvoll eingestuft.

#### Messungen am Lüftungsgerät

Das Herz der Haustechnik-Anlage ist das im Nasszellenkern installierte Kombigerät. Das Gerät mit den Massen von 60 x 67 x 210 cm (B x T x H) übernimmt die Grundlastheizung, die Warmwasser-vorwärmung (im Sommer teilweise 100% Deckung). Zusätzlich sind im oberen Teil des Gerätes der Zuluftventilator mit dem Kondensor für die Luftvorwärmung, der Fortluftventilator mit dem ver-dampfer der Wärmepumpe, der Plattenwärmetauscher und die Luftfilter platziert.

Für die Überprüfung des Gerätes wurden mit Daten-Logger die folgenden Temperaturen gemes-sen. Die nachfolgenden Auswertungen zeigen die Temperaturverläufe im Dezember 2000 und Januar 2001.

Aussen	Aussentemperatur gemessen im Erdregister-Ansaug
Nach Erdreg	Aussenlufttemperatur nach dem Erdregister unter dem Erdgeschoss
AUL vor Gen	Aussenlufttemperatur vor dem Lüftungsgerät (nach dem Lüftungs-Steigschacht im Nasszellenkern)
ZUL Wohn	Zuluft-Temperatur Wohnen nach dem Lüftungsgerät (vor den Elektrolufterhitzern)
Wohnen	Wohnraumtemperatur gemessen an der Außenwand
Abluft	Abluft-Temperatur aus den Nasszellen und Küchenbereich (vor dem Lüftungsge-rät)
Fortluft	Fortluft-Temperatur nach dem Lüftungsgerät (nach WRG und Kondensator der Wärmepumpe)

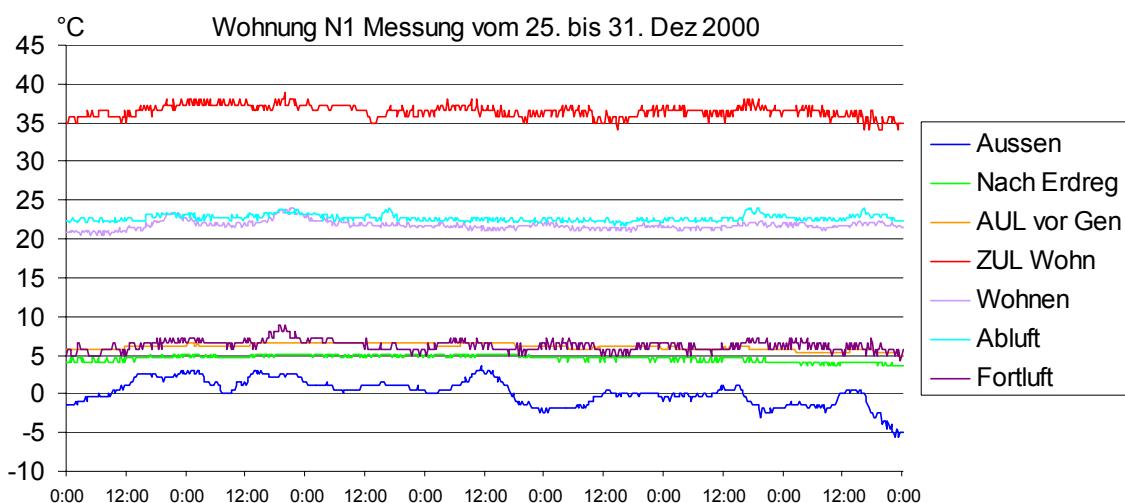


Fig. 4: Temperaturmessungen am Lüftungsgerät, Zuluft-Temperaturen über 35 °C bei Aussentemperaturen zwischen –2 °C und 4 °C und praktisch konstanter Temperatur nach dem Erdregister von 5 °C.

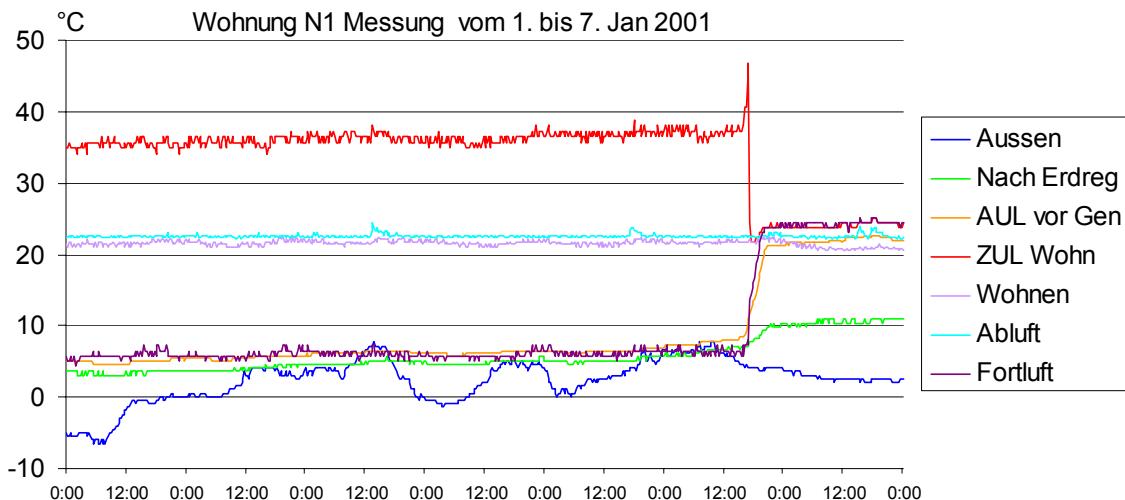


Fig. 5: Wie Fig 4 mit Anlagenstillstand ab 6. Januar 2001 wegen mit Regenwasser gefülltem Erdregister.

Zwischen dem 6. und dem 26. Januar 2001 wurde die Wohnung mit den Nachwärmern und einem zusätzlichen Elektroheizgerät beheizt. Die mittlere Aussentemperatur während dieser Periode wurde mit 0.9 °C gemessen. Für die Energiebilanz rechnen wir einen Mehrverbrauch wegen dem Betriebsausfall der Wärmepumpe von ca. 430 kWh.

#### Auswertung der Elektrozähler

Über die Messperiode wurden die Elektrozähler des EW's und ein zusätzlicher Zählerr für die Heizung abgelesen.

Bei der ausgemessenen Wohnung N1 im 1. Obergeschoss des Gebäude N wurde der Minergie-Standard um 63 % überschritten. [4]

In der Wohnung K4 wird der geforderte Standard ebenfalls um ca. 20 % überschritten.

In der Wohnung N1 kann im Messwinter 2000/2001 das nachfolgend aufgeführte Verbesserungspotential festgestellt werden:

Heizstab im WP-Boiler unnötig eingeschaltet (bis Dez.)	300 kWh
Fenster schlecht verklotzt (im Feb. behoben)	300 kWh
Isolation in der Fensterschwelle fehlt (ganzer Winter)	100 kWh
Gebäudeaustrocknung Betondecke /-kern (5 % im ersten Jahr)	485 kWh
Erdregisterausfall (3 Wochen im Januar 2001)	500 kWh
Optimierung Boilerthermostat	90 kWh
Raumtemperatur von 22°C (15 % Mehrverbrauch)	1'220 kWh
	=====
Total mögliches Verbesserungspotential	2'995 kWh

Wird vom gemessenen Verbrauch von 7'941 kWh das mögliche Verbesserungspotential abgezogen, wird der geforderte Minergie-Standard bis auf erreicht.

### Luftdichtigkeit des Gebäudes

Die Luftdichtigkeit wurde den nach ungenügend verklotzten Fenstern am 10 Januar 2001 gemessen. Mit der zweiten Blower-Door Messung wurde eine Verbesserung der Luftdichtigkeit um knapp 25% festgestellt.

Luftdichtigkeit Messung	Aussentemperatur	$N_{L50}$ -Wert
	(°C)	(h <sup>-1</sup> )
am 10. Januar 2001	-1°C	0.97
am 22. Mai 2001	18°C	0.74

Zusammen mit der Luftdichtigkeit wurden mit der Januarmessung ebenfalls Thermografieaufnahmen gemacht. Diese Aufnahmen zeigen im Fenster-Rahmenbereich und im Schwellenbereich des Fensters die Schwachstellen der Fensterverklotzung und die ungenügende Wärmedämmung im Sockelkanal.

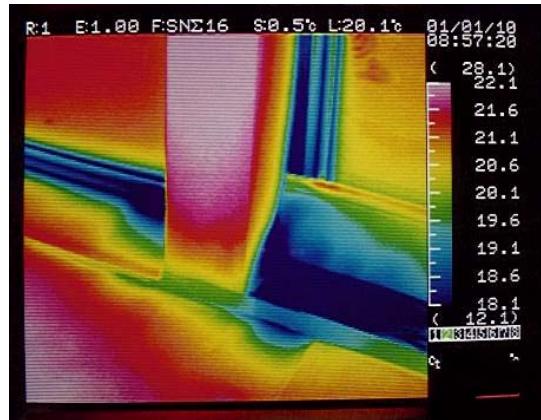


Fig. 6: Die Bilder zeigen, dass der Fensterrahmen (ungenügende Verklotzung) und der Fenster-Schwellenkanal die thermischen Schwachstellen sind.

### Leistungsabgabe des Lüftungsgerätes

Dank Erdregister, luftseitigem Plattenwärmetauscher und zusätzlichen Wärmenutzung der Fortluft mittels einer Abluftwärmepumpe wird mit dem Lüftungsgerät eine Zulufttemperatur von ca. 33 bis 37 °C erreicht. Die Leistungsabgabe des Lüftungsgerätes liegt bei Temperaturen von 3 bis 6 °C nach dem Erdregister (entspricht Aussenlufttemperaturen von -6.5 bis 5 °C) bei 1700 bis 1900 W.

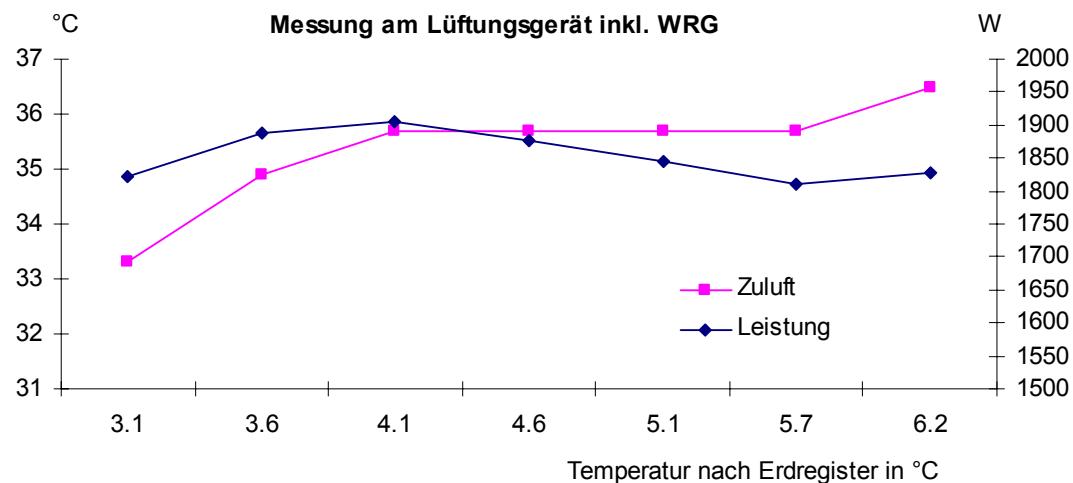


Fig. 7: Das Diagramm zeigt bei gemessenen Temperatur nach dem Erdregister im Januar 2001 (bei Außentemperaturen von  $-6.6$  bis  $5^{\circ}\text{C}$ ) die Zulufttemperatur nach dem Lüftungsgerät (vor den Elektronachwärmern) und die über die Luftmenge berechnete Wärmeabgabe in Watt.

## Nationale Zusammenarbeit

„Bungalows in Stapelbauweise“ Artikel von O. Humm in der Zeitschrift „Gebäude Technik“ Ausgabe 3 Juni 2000 [2].

Bericht „Minergie-Siedlung in Ökobauweise“ im Status-Seminar 2000, ZEN Zentrum für Energie und Nachhaltiges Bauwesen, 11. Schweizerisches Status-Seminar [3].

## Internationale Zusammenarbeit

IEA Task 18 beabsichtig die Aufnahme der Solarwohnsiedlung „Balance“ als exemplarisches Objekt für das Buch „Analyzed Exemplary Housing“.

## Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Die gewünschten und in der Planungsphase berechneten Energie-Verbrauchswerte werden leider grösstenteils noch nicht erreicht. Mit dem ausgewiesenen Verbesserungspotential und weiteren Massnahmen sollten die berechneten Planungswerte aber knapp erreicht werden können.

Als sehr arbeitsintensiv und problematisch hat sich die Inbetriebnahme und Optimierung der Anlage herausgestellt. Bei Niedrigenergiehäuser ist der Betrieb und das Nutzerverhalten von grösster Bedeutung. Eine reibungslose Inbetriebnahme der verschiedenen Komponenten vor Wohnungsbau ist sicherzustellen.

Geeignete Benutzerinformationen und eine für alle verständliche und informative Betriebsanleitung für 61 Wohnungskäufer mit den unterschiedlichsten Kaufmotiven sind in einem Pilotprojekt sehr anspruchsvolle Arbeiten. Vorurteile mussten abgebaut werden. Richtige, leicht verständliche In-

formationen mussten zuerst bereitgestellt werden, damit die Benutzer ihre Anlagen korrekt betreiben können.

In der kommenden Phase müssen die baulichen und gerätetechnischen Probleme gelöst werden. Bei dem eingesetzten Lüftungsgerät wurde die Steuerung ergänzt und der Kältemittelkreislauf abgeändert. Die Optimierung des Kältekreislaufs mit dem Umschaltventil auf der Verdampferseite und der Enteisungssteuerung müssen gelöst werden.

## Referenzen

- [1] J. Aschauer: <http://www.esa-solarfassade.at/>, diverse Hinweise zur Solarfassade mit Kartonwaben.
- [2] O. Humm,: **Bungalows in Stapelbauweise**, Zeitschrift Gebäude Technik, Ausgabe 3 Juni 2000, Seite 52.
- [3] A. Huber, R. Naef: **Minergie-Siedlung in Ökobauweise**, Status-Seminar 2000, ZEN Zentrum für Energie und Nachhaltiges Bauwesen, 11. Schweizerisches Status-Seminar.
- [4] A. Huber, R. Naef: **Minergie-Antrag für Minergie-Label**, AWEL Zürich.
- [5] <http://www.minergie.ch/>, Unterlagen und Berechnungsgrundlagen zum Minergie-Standard.