

Schlussbericht Januar 2004

Niedrigenergiehaus Erlenbach

ausgearbeitet durch
Luzi Clavadetscher - Thomas Nordmann
TNC Consulting AG



Auftraggeber:

Forschungsprogramm Rationelle Energienutzung in Gebäuden
Bundesamts für Energie

Auftragnehmer:

TNC Consulting AG, Erlenbach

Autoren:

Luzi Clavadetscher, TNC Consulting AG, Erlenbach
Thomas Nordmann, TNC Consulting AG, Erlenbach

Projektbegleitung:

Hans Bertschinger, EMPA Dübendorf
Mark Zimmermann, EMPA Dübendorf

2004

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprogrammes "Rationelle Energienutzung in Gebäuden" des Bundesamtes für Energie erarbeitet. Für den Inhalt ist alleine der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen - Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 - office@bfe.admin.ch - www.admin.ch/bfe

Vertrieb: EMPA ZEN, www.empa-ren.ch/ren/Erlenbach.htm

ZUSAMMENFASSUNG

Messungen am Niedrigenergie (MINERGIE) Einfamilienhaus Nordmann in Erlenbach mit kontrollierter Wohnungslüftung / - Heizung, sowie thermischer- und photovoltaischer Solarenergienutzung.

Die gemessene thermische Energiekennzahl ohne Berücksichtigung der elektrischen Gewinne ist mit 282 MJ / m² a um einen Faktor 1.84 höher als die erwarteten 152 MJ / m² a .

Die im Jahre 2001 durchgeführten Massnahmen erbrachten eine Reduktion des Heizenergiebedarfs um etwa 10 %. Zusätzliche Massnahmen im Jahre 2002 erbrachte keine weitere Einsparung an Heizenergie.

In diesem Schlussbericht, nach Abschluss der Messungen nach 3 Betriebsjahren, sind die Energien zum und vom System in Tabellenform dargestellt. Grafische Auswertungen und Tabellen zeigen das Verhalten der einzelnen Teilkomponenten wie:

- Thermische Solaranlage
- Photovoltaikanlage
- Speicher
- Steuerung
- Wandtemperaturen
- Vergleich mit dem Nachbarhaus
- Infrarotmessungen

Die Messungen wurden im Mai 2003 abgeschlossen.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Ausgangslage | 5 |
| Das Messprojekt | 5 |
| Das Objekt | 5 |
| Ziel der Arbeit | 6 |
| Projektziele | 6 |
| Lösungsweg | 6 |
| Vorgehen | 6 |
| Durchgeführte Arbeiten | 6 |
| Messdatenerfassung | 6 |
| Auswertung der Messdaten | 6 |
| Hauptergebnisse | 7 |
| Heizperiode 2000/01 | 8 |
| Heizperiode 2001/02 | 8 |
| Heizperiode 2002/03 | 9 |
| Temo Vex Einheit | 9 |
| Detaillierte Auswertungen und Darstellungen | 10 |
| Heizkennlinie | 10 |
| Heizkennlinie Periode 2000/01 | 10 |
| Heizkennlinie Periode 2001/02 | 11 |
| Heizkennlinie Periode 2002/03 | 11 |
| Thermische Solaranlage | 12 |
| Photovoltaikanlage | 12 |
| Speichertemperatur | 13 |
| Speicherverluste | 13 |
| Steuerung | 14 |
| Wandtemperaturen | 14 |
| Vergleich mit dem Nachbarhaus | 16 |
| Infrarotmessungen | 17 |
| Aufgetretene Probleme | 17 |
| Messeinrichtung | 17 |
| Bewertung | 17 |
| Periode 2000/01 | 17 |
| Periode 2000/01 | 17 |
| Periode 2000/01 | 17 |
| Hülle | 18 |
| Temo Vex Einheit | 18 |
| Symbolverzeichnis | 19 |
| Thermische Anlage | 19 |
| Gemessene Werte | 19 |
| Berechnete Werte | 19 |
| PV-Anlage | 19 |
| Gemessene Grössen | 19 |
| Berechnete Werte | 19 |
| Anhang | 20 |

Ausgangslage

Das Messprojekt

Energieverbrauchs Messungen am Niedrigenergie (MINERGIE) Einfamilienhaus Nordmann, Grundstrasse 10, in Erlenbach mit kontrollierter Wohnungslüftung / - Heizung, sowie thermischer- und photovoltaischer Solarenergienutzung.

Das Objekt

Einfamilienhaus, Baujahr 1999, in Erlenbach, EBF = 266.5 m². Das Mauerwerk besteht aus 49.5 cm porosierten Backstein, k-Wert = 0.22 W/m² K. Die Fenster sind aus Holz mit Flügelverkleidungen aus Metall und einer 3-fach Verglasung, k-Wert = 0.7 W/m² K. Die Flachdächer sind Verbundkonstruktionen mit einem zusätzlichen Umkehrdach, k-Wert = 0.15 W/m² K. Zur Wärmeerzeugung sind 10 m² Röhren-Kollektoren und ein Propan Kondensations-Brenner eingesetzt. Eine Warmluftheizung mit Wärmerückgewinnung sorgt für die Wärmeverteilung und Belüftung. Zusätzlich ist an der Süd-Ost Fassade eine 2 kWp Photovoltaik Anlage installiert.

| | | | | |
|-----------------------------------|-----------|---------------------------|--------------------|--------------------------|
| Gebäude | Typ | Einfamilienhaus | | |
| | Bauart | Schwerer Bau, top gedämmt | | |
| Energiebezugsfläche | | 266.5 | m ² | |
| Energiekennzahl Wärme | | 38.1 | kWh/m ² | 137.16 MJ/m ² |
| Heizenergiebedarf | | 36.9 | kWh/m ² | 132.84 MJ/m ² |
| Warmwasser | | 17 | kWh/m ² | 61.2 MJ/m ² |
| Total | | 53.9 | kWh/m ² | 194.04 MJ/m ² |
| Lüftungsanlage und Heizverteilung | | | | |
| Warmluftheizung | | TemoVex 480s mit WRG | | |
| Wirkungsgrad WRG | | 80 | % | |
| Laufzeit | | 30 | Wochen | |
| Luftmenge | | 177 | m ³ /h | |
| el. Leistung | | 170 | W | |
| Betr. pro Woche | | 168 | h/Wo | |
| Heizkessel | | | | |
| | Viessmann | Vitodens 300, Propan | | |
| Nennleistung | | 18 | kW | |
| modulierend von | | 8 bis 18 | kW | |
| Solar Anlage | | | | |
| Kollektoren | | Schweizer Röhrenkollektor | | |
| Absorberfläche | | 10.4 | m ² | |
| Jahresertrag | | 558 | kWh/m ² | 2008.8 MJ/m ² |
| Deckungsgrad | | | | |
| Heizung | | 22 | % | |
| Warmwasser | | 59 | % | |
| Speicher | | | | |
| Typ | | Jenny Rossnagel | | |
| Inhalt | | 1280 | liter | |
| Gewicht | | 290 | kg | |
| Isolation | | 160 | mm | |
| PV-Anlage | | | | |
| Module | | BP Solar | BP585 | |
| Array | | 24 | Module | |
| Nennleistung | | 2.04 | kWp | |
| Modulfläche | | 14.78 | m ² | |
| Inverter | | Sunnyboy | 2000 | |
| Nennleistung | | 1.8 | kW | |
| Jahresertrag | | 620 | kWh/kWp | |

Tabelle 1; Gebäudedaten und Haustechnikanlagen.

Ziel der Arbeit

Projektziele

Die Messungen sollen Aufschluss über das Verhalten der haustechnischen Anlagen, sowie über den tatsächlichen Energieverbrauch des Gebäudes geben.

Lösungsweg

Vorgehen

Erfassung der Energien der hydraulischen Kreisläufe: Solar Thermisch, Heizung und Warmwasser, relevante Temperaturen sowie Statussignale der Pumpen und Ventile und den elektrischen Ertrag der Photovoltaik Anlage. Alle Werte werden von einem elektronischen Datenlogger im Minutentakt abgefragt und als Stundenmittelwerte resp. -summen gespeichert. Zudem werden die Wandtemperaturen in allen vier Aussenwänden mit je sechs Fühler erfasst.

Durchgeführte Arbeiten

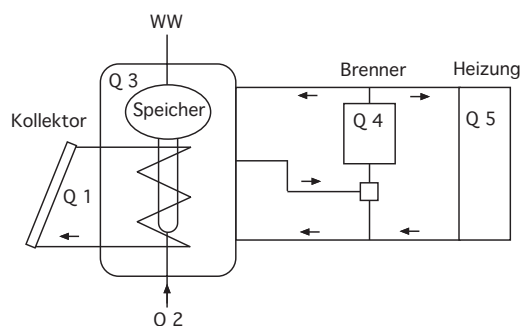
Die Messeinrichtung wurde Ende Februar 2000 eingebaut und schrittweise in Betrieb genommen. Für die folgenden Auswertungen wurden die Messdaten der letzten 3 Betriebsjahre verwendet.

Die Berechnungen für den Energiebedarf und den Minergie Nachweis wurden anhand der Gebäudedaten vom Energieberater durchgeführt.

Um etwaige Wärmebrücken in der Gebäudehülle zu identifizieren wurden zudem im Winter 2002 von der EMPA thermographische Messungen durchgeführt.

Messdatenerfassung

Von der Datenerfassung wurden die zugeführten Energien von der Solaranlage zum Speicher ($Q1 = Q_{Sol}$) und die Gasmenge zum Brenner ($Q4 = E_{Gas H}$), sowie die weggeführten Energien, Warmwasser ($Q2 = Q_{WW}$) und Heizung ($Q5 = Q_{Heiz}$) im Stundenrhythmus registriert. Zudem wurde der Ladezustand des Speichers ($Q3 = Q_{Sp}$) mit einem Integralfühler erfasst (Figur 1 und Tabelle 2). Die von der Photovoltaikanlage produzierte Energie (E_{PV}) und die verbrauchte elektrische Energie (E_{el}) sowie für das Kochen benötigte Gasmenge ($E_{Gas K}$) wurden ebenfalls erfasst.



| | | |
|----------------------------|-------------|-----------------------|
| Einstrahlung (Kollektoren) | $H_{I Sol}$ | [kWh/m ²] |
| Umgebungstemperatur | T_a | [°C] |
| Solarkreis | Q1 | Q_{Sol} [kWh] |
| Warmwasser | Q2 | Q_{WW} [kWh] |
| Speichererwärmung | Q3 | Q_{Sp} [kWh] |
| Gas Heizung | Q4 | $E_{Gas T}$ [kWh] |
| Gas Kochen | | $E_{Gas K}$ [kWh] |
| Heizung | Q5 | Q_{Heiz} [kWh] |
| Warmwassermenge | | m_{BWW} [l] |

Figur 1, Prinzipschema.

Tabelle 2, Erfasste Grössen, Thermische Anlage.

Auswertung der Messdaten

Die gemessenen Stundenwerte wurden auf Monatswerte komprimiert und eine Energiebilanz erstellt. Überschuss Energie ($E_{e tot}$) in den Sommermonaten ist die vom System nicht verwendete Energie. Um eine Überhitzung des Speichers und des Solarkreises zu verhindern wurde diese Energie in einen im Heizraum angebrachten Radiator abgeleitet. Die vom System tatsächlich verbrauchte Solarenergie ($Q_{Sol U}$) wurde daraus berechnet. Die thermische Verlustenergie (V_{tot}) ist der Unterschied des Energieverbrauchs zum Energiebedarf und beinhaltet die Leitungs- und Speicherverluste sowie die Brennerverluste (Tabelle 3). Der jeweilige Ladezustand des Speichers am Anfang und am Ende der Messperiode wurde nicht berücksichtigt.

| | | | |
|-------------------------|--------------|---|--|
| berschuss Energie | $U_{e\ tot}$ | = | $Q_{Sol} - Q_{WW} - Q_{Heiz}$ |
| Anteil Solar thermisch | f_{sol} | = | $(Q_{Sol} - U_{e\ tot}) / (Q_{WW} + Q_{Heiz})$ |
| Ertrag Solar thermisch | $Q_{Sol\ U}$ | = | $(Q_{WW} + Q_{Heiz}) * f_{sol}$ |
| Anteil Solar elektrisch | f_{PV} | = | E_{IO} / E_L |
| Elektrisch und Kochen | $E_{FU + K}$ | = | $E_{FU} + E_{Gas\ K}$ |
| Total thermisch | $Q_{tot\ T}$ | = | $Q_{WW} + Q_{Heiz} - Q_{Sol\ U}$ |
| Energiebedarf total | Q_{tot} | = | $E_{FU + K} + Q_{tot\ T}$ |
| Energieverbrauch total | E_{tot} | = | $E_{Gas\ T} + E_{Gas\ K} + E_{FU}$ |
| Verluste | V_{tot} | = | $E_{tot} - Q_{tot}$ |
| Verbrauch elektrisch | E_{FU} | = | $E_L - E_{IO}$ |

Tabelle 3, Aus den Messdaten berechnete Werte.

Hauptergebnisse

Der gemessene Heizenergiebedarf des Gebäude während der Messperiode ist um ein Faktor 1.64 höher als erwartet, der solare Ertrag ist 85 % der Voraussage. Der resultierende thermische Endenergieverbrauch ohne Berücksichtigung der indirekten Gewinne ist um ein Faktor 1.84 höher als erwartet. Der elektrische Energiebedarf, der Ertrag der Thermischen Solaranlage und die Produktion der photovoltaischen Anlage entsprechen der Voraussage (Tabelle 4). Tabelle 5 zeigt die eine detaillierte Aufstellung der gemessenen Jahreswerte der drei Betriebsjahre. Tabelle 6 ist ein Vergleich zu den vom Energieberater durchgeführten Berechnungen. Die detaillierten Monatsauswertungen befinden sich im Anhang.

| Jahreswerte | | Messung 2000/01 MJ / m ² | Messung 2001/02 MJ / m ² | Messung 2002/03 MJ / m ² | Mittel 2000/03 MJ / m ² | Minergie Nachweis MJ / m ² | Vergleich f |
|-------------------------------------|------------------------------|---|---|---|--|---|----------------|
| Thermisch | | | | | | | |
| Energie Entnahme | Heizung Q_{Heiz} | 226 | 204 | 225 | 218 | 133 | 1.64 |
| | Warmwasser Q_{WW} | 69 | 66 | 68 | 68 | 61 | 1.11 |
| | Total | 295 | 270 | 292 | 286 | 194 | 1.47 |
| Direkte Gewinne | | | | | | | |
| | Ertrag Solar $Q_{Sol\ U}$ | 50 | 60 | 58 | 56 | 66 | 0.85 |
| | Anteil | 17% | 22% | 20% | 19% | 34% | |
| Energiebedarf | | | | | | | |
| | Total thermisch $Q_{tot\ T}$ | 245 | 211 | 235 | 230 | 129 | 1.79 |
| | Verluste total V_{tot} | 38 | 53 | 56 | 49 | 23 | 2.16 |
| | Total E_{tot} | 282 | 263 | 291 | 279 | 152 | 1.84 |
| | indirekte Gewinne G_{EI} | | | | | 14 | |
| Endenergieverbrauch (Propan) | | | | | | | |
| | $E_{Gas\ T}$ | 282 | 263 | 291 | 279 | 137 | 2.03 |
| Elektrisch | | | | | | | |
| | Verbrauch E_L | 6'782 | 7'050 | 5'791 | 6'541 | 5'700 | 1.15 |
| | PV-Produktion E_{IO} | 1'178 | 1'260 | 1'209 | 1'216 | 1'268 | 0.96 |
| | Anteil | 17% | 18% | 21% | 19% | 22% | |

Tabelle 4; Übersicht der Resultate der drei Betriebsjahre und Vergleich zum Minergie Nachweis.

| | | | | Messung | Messung | | Messung | | Messung |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|---------|---------|------|---------|-----|---------------|
| | | | | 2000/01 | 2001/02 | X | 2002/03 | X | 2000 bis 2003 |
| Meteo | | | | | | | | | |
| | Globalstrahlung | H | kWh/m ² | | | | | | |
| | Einstrahlung Kollektoren | H _{I Sol} | kWh/m ² | 1'195 | 1'271 | | 1'262 | | 1'243 |
| | Einstrahlung PV Anlage | H _{I PV} | kWh/m ² | 762 | 813 | | 789 | | 788 |
| | Aussentemperatur | T _a | °C | 11.1 | 10.5 | | 10.7 | | 10.7 |
| Energie produziert | | | | | | | | | |
| | Solar Thermisch | Q _{Sol} | MJ/m ² | 72 | 73 | | 73 | | 72 |
| | Photovoltaik | E _{IO} | MJ/m ² | 16 | 17 | | 16 | | 16 |
| | Total | | MJ/m ² | 88 | 90 | | 90 | | 89 |
| Energie Entnahme | | | | | | | | | |
| | Heizung | Q _{Heiz} | MJ/m ² | 226 | 204 | -10% | 225 | 9% | 218 |
| | Warmwasser | Q _{WW} | MJ/m ² | 69 | 66 | | 68 | | 68 |
| | Total thermisch | | MJ/m ² | 295 | 270 | | 292 | | 286 |
| | Kochen | E _{Gas K} | MJ/m ² | 4 | 4 | | 4 | | 4 |
| | Elektrisch | E _L | MJ/m ² | 92 | 95 | | 78 | | 88 |
| | Total | | MJ/m ² | 391 | 369 | | 374 | | 378 |
| | berschuss | U _{e tot} | MJ/m ² | 22 | 13 | | 16 | | 17 |
| | Anteil Solar thermisch | | | 17% | 22% | | 20% | | 20% |
| | Ertrag Solar thermisch | Q _{Sol U} | MJ/m ² | 50 | 60 | 16% | 58 | -4% | 56 |
| | Anteil Solar elektrisch | | | 17% | 18% | | 21% | | 19% |
| Energiebedarf | | | | | | | | | |
| | Total thermisch | Q _{tot T} | MJ/m ² | 245 | 211 | -16% | 235 | 10% | 230 |
| | Elektrisch und Kochen | | MJ/m ² | 80 | 82 | | 66 | | 76 |
| | Total | Q _{tot} | MJ/m ² | 325 | 293 | | 301 | | 306 |
| | Verluste total | V _{tot} | | 38 | 53 | | 56 | | 49 |
| Endenergieverbrauch | | | | | | | | | |
| | Energie Gas thermisch | E _{Gas T} | MJ/m ² | 282 | 263 | -7% | 291 | 10% | 279 |
| | Gas total | E _{Gas tot} | MJ/m ² | 287 | 267 | | 295 | | 283 |
| | Elektrisch | E _{EL} | MJ/m ² | 76 | 78 | | 62 | | 72 |
| Energiekennzahl total | | | | | | | | | |
| | E _{tot} | | MJ/m ² | 362 | 346 | | 357 | | 355 |
| Gewinne | | | | | | | | | |
| Energiekennzahl thermisch | | | | | | | | | |
| | E _{tot T} | | MJ/m ² | 282 | 263 | | 291 | | 279 |
| Wasserverbrauch | | | | | | | | | |
| | Warmwasser | m ³ _{BWW} | m ³ / d | 107 | 105 | | 98 | | 103 |

Tabelle 5, Detaillierte Resultate der drei Betriebsjahre und Mittelwerte der gesamten Messperiode, in Kolonne X ist die Veränderung zum Vorjahr.

Heizperiode 2000/01

Schon nach der ersten Winterperiode war es klar, dass das Gebäude wesentlich mehr Energie benötigt als angenommen. Im Herbst 2001 wurden folgende Massnahmen und Kontrollen durchgeführt:

- Optimierung der Heizkennlinie am Kessel/Brenner
- Verbesserungen am Speicherladekreis um ungewollte Zirkulation zu unterbinden und Entschichtung zu verhindern.
- Funktionsprüfung der Temo Vex Einheit (Wärmerückgewinnung) durch den Lieferanten

Die Funktionsprüfung an den Einstellungen der Temo Vex Einheit ergab, dass die Beschilderung der Umschalters Sommer-/Winterbetrieb falsch war und somit während der Heizperiode zuviel Aussenluft beigemischt wurde. Es wurde erwartet, dass durch den richtigen Betrieb der Energiebedarf des Gebäudes gesenkt werden könnte.

Heizperiode 2001/02

Wie aus Tabelle 5 ersichtlich, ist die absolute Entnahme an Heizenergie des Jahres 2001/02 um 10 % kleiner als im Vorjahr und der Endenergieverbrauch um 7 % kleiner. Allerdings war der Komfort, vor allem im Dachzimmer, um einiges tiefer.

| | | | | Messung | | Berechnung Energieberater | | Minergie Nachweis |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|---------------|------|---------------------------|---------|----------------------|
| | | | | 2000 bis 2003 | | nach SIA (ohne Solar) | Polysun | |
| Meteo | Globalstrahlung | H | kWh/m ² | | | 1'157 | 1'086 | |
| | Einstrahlung Kollektoren | H _{i Sol} | kWh/m ² | 1'243 | | | 1'173 | |
| | Einstrahlung PV Anlage | H _{i PV} | kWh/m ² | 788 | | | 803 | |
| | Aussentemperatur | T _a | °C | 10.7 | | 8.1 | 9.5 | |
| Energie produziert | | | | | | | | |
| | Solar Thermisch | Q _{Sol} | MJ/m ² | 72 | 24% | | 72 | |
| | Photovoltaik | E _{ip} | MJ/m ² | 16 | 5% | | 17 | |
| | Total | | MJ/m ² | 89 | 30% | | 89 | |
| Energie Entnahme | | | | | | | | |
| | Heizung | Q _{Heiz} | MJ/m ² | 218 | 73% | | 133 | 133 |
| | Warmwasser | Q _{WW} | MJ/m ² | 68 | 23% | | 59 | 61 |
| | Total thermisch | | MJ/m ² | 286 | 95% | | 192 | 194 |
| | Kochen | E _{Gas K} | MJ/m ² | 4 | 1% | | | |
| | Elektrisch | E _L | MJ/m ² | 88 | 29% | | | |
| | Total | | MJ/m ² | 378 | 126% | | | |
| | berschuss | U _{e tot} | MJ/m ² | 17 | 6% | | | |
| | Anteil Solar thermisch | | | 20% | | | 36% | 34% |
| | Ertrag Solar thermisch | Q _{Sol U} | MJ/m ² | 56 | 19% | | 70 | 66 |
| | Anteil Solar elektrisch | | | 19% | | | | |
| Energiebedarf | | | | | | | | |
| | Total thermisch | Q _{tot T} | MJ/m ² | 230 | 77% | 179 | 128 | 129 |
| | Elektrisch und Kochen | | MJ/m ² | 76 | 25% | 77 | | |
| | Total | Q _{tot} | MJ/m ² | 306 | 100% | 256 | | |
| | Verluste total | V _{tot} | | 49 | 16% | 22 | 23 | 23 |
| Endenergieverbrauch | | | | | | | | |
| | Energie Gas thermisch | E _{Gas T} | MJ/m ² | 279 | 93% | 201 | 150 | 152 |
| | Gas total | E _{Gas tot} | MJ/m ² | 283 | 94% | | | |
| | Elektrisch | E _{El} | MJ/m ² | 72 | 24% | 77 | | |
| Energiekennzahl total | | | | | | | | |
| | E _{tot} | | MJ/m ² | 355 | 118% | 278 | | |
| | Gewinne | | MJ/m ² | | | | | 14 |
| Energiekennzahl thermisch | | | | | | | | |
| | E _{tot T} | | MJ/m ² | 279 | 93% | 201 | 150 | 137 |
| Wasserverbrauch | | | | | | | | |
| | Warmwasser | m _{BWW} | m ³ / d | 103 | | | | |

Tabelle 6, Vergleich der Mittelwerte der drei Betriebsjahre zu den Berechnungen des Energieberaters.

Heizperiode 2002/03

Als erstes wurde die Warmluftzufuhr zum Dachzimmer optimiert und als auch das den gewünschten Komfort nicht brachte, wurde dann zusätzlich ein Warmwasserradiator eingebaut. Diese Massnahme wurde im November 2002 durchgeführt.

Bedingt durch diese Massnahmen wurde die Heizkennlinie am Brenner/Kessel neu eingestellt werden. Diese Massnahme resultierte dann in der Periode 2002/03 in einem Mehrverbrauch an Heizenergie um 9 % gegenüber dem Vorjahr. Der Endenergieverbrauch erhöhte sich um 10 %.

Temo Vex Einheit

Messungen des Besitzer an der Temo Vex Einheit im Januar 2003 zeigten eine relativ hohe Temperatur der Fortluft. Es ist daraus zu schliessen, dass die Wärmerückgewinnung der Einheit nicht optimal ist oder die Luftwechselrate zu hoch eingestellt ist. Es kann sein, dass die tatsächlichen Verluste bei dieser Einheit wesentlich höher sind als angenommen und dadurch einen Mehrverbrauch an Heizenergie verursachen.

| Datum | 07-Jan-03 | 08-Jan-03 |
|-------------------------|-----------|-----------|
| Zeit | 14:00 | 6:00 |
| | bew lkt | bew lkt |
| Temperaturen | [iC] | [iC] |
| Aussen | -2.0 | -5.0 |
| Zuluft nach Erdregister | 10.3 | 9.5 |
| nach WRG | 24.7 | 24.8 |
| nach Register | 61.3 | 57.8 |
| Abluft | 25.5 | 26.8 |
| Umluft | 24.5 | 25.4 |
| Fortluft | 19.9 | 19.5 |
| Vorlauf | 70.0 | 68.0 |

Tabelle 7, Messwerte der Temo Vex Einheit, Januar 2003.

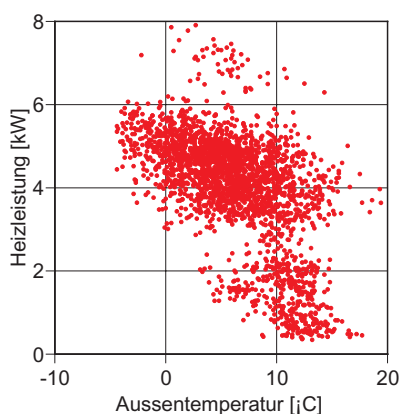
Detaillierte Auswertungen und Darstellungen

Heizkennlinie

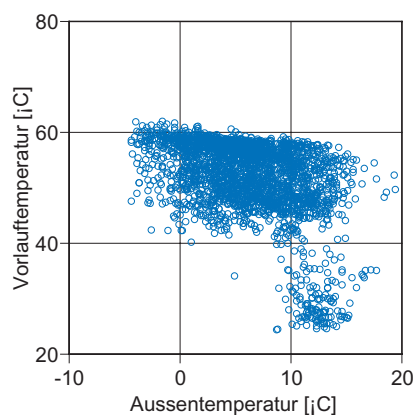
In den folgenden Figuren, 2 bis 10, ist die Einstellung der Heizkennlinie am Gas Brenner/Kessel ersichtlich. In den Figuren mit den blauen Punkten ist die Vorlauftemperatur zur Aussentemperatur aufgetragen, jeweils für den Tag- (06:00 bis 22:00) und Nachtbetrieb. In den Figuren mit den roten Punkten ist die an die Temo Vex Einheit abgegebene Leistung zur Aussentemperatur im Tagbetrieb dargestellt. Alle Werte sind Stundenwerte der gesamten Periode bei Betrieb der Heizung.

Die in der Periode 2002/03 an die Temo Vex abgegebene Leistung bei 0°C Umgebungstemperatur ist im Mittel etwa 7 kW bei einer Vorlauftemperatur von 70°C (Figur 8 und 9).

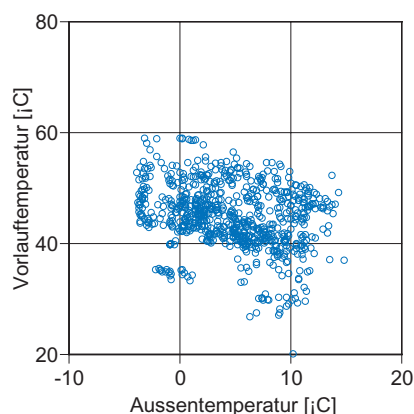
Heizkennlinie Periode 2000/01



Figur 2, von der Heizung abgegebene Leistung zur Aussentemperatur, Tagbetrieb, Heizperiode 2000/01.

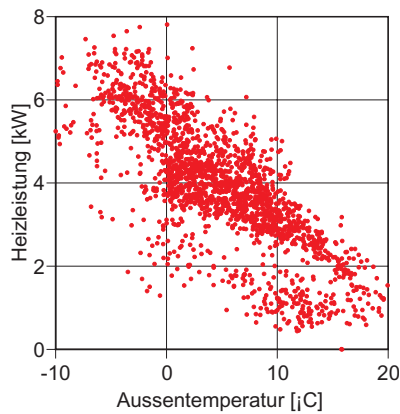


Figur 3, Vorlauftemperatur zur Aussentemperatur, Tagbetrieb, Heizperiode 2000/01.

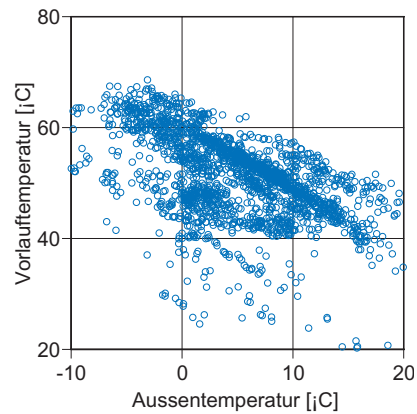


Figur 4, Vorlauftemperatur zur Aussentemperatur, Nachtbetrieb, Heizperiode 2000/01.

Heizkennlinie Periode 2001/02

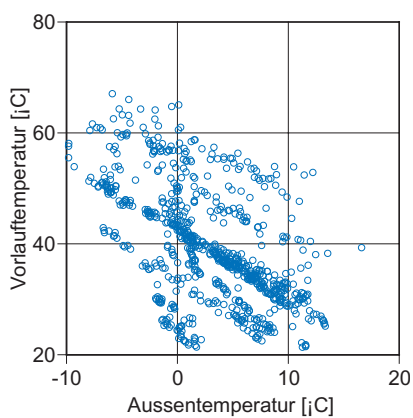


Figur 5, von der Heizung abgegebene Leistung zur Aussentemperatur, Tagbetrieb, Heizperiode 2001/02.

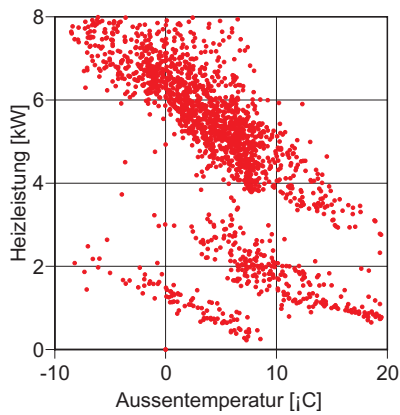


Figur 6, Vorlauftemperatur zur Aussentemperatur, Tagbetrieb, Heizperiode 2001/02.

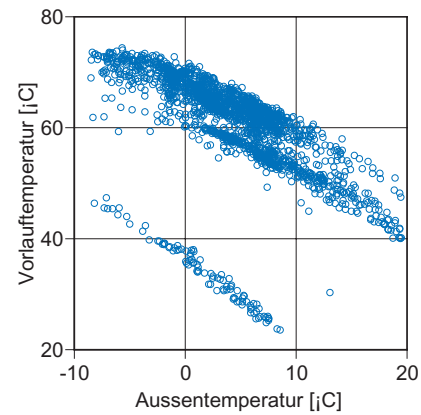
Figur 7, Vorlauftemperatur zur Aussentemperatur, Nachtbetrieb, Heizperiode 2001/02.



Heizkennlinie Periode 2002/03

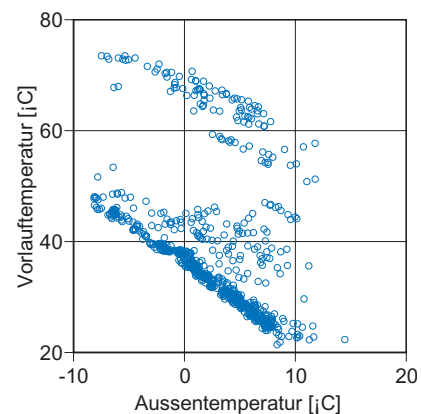


Figur 8, von der Heizung abgegebene Leistung zur Aussentemperatur, Tagbetrieb, Heizperiode 2002/03.



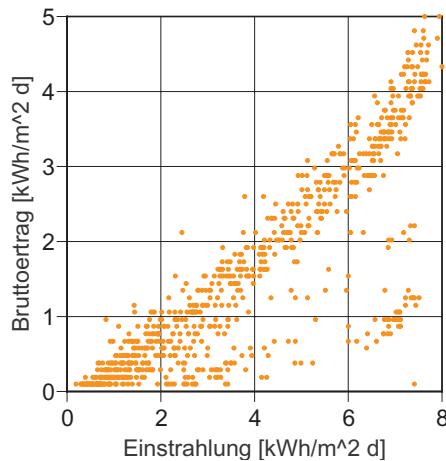
Figur 9, Vorlauftemperatur zur Aussentemperatur, Tagbetrieb, Heizperiode 2002/03.

Figur 10, Vorlauftemperatur zur Aussentemperatur, Nachtbetrieb, Heizperiode 2002/03.

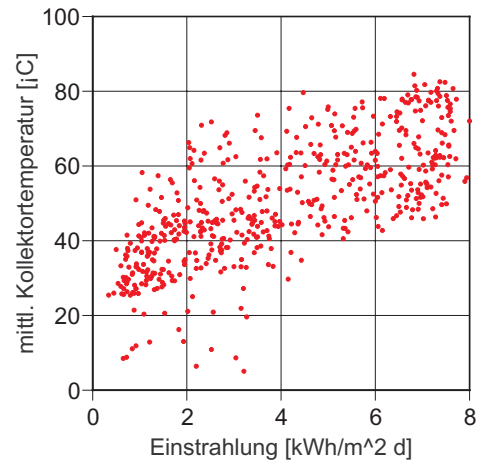


Thermische Solaranlage

In den drei Betriebsjahren erzielte die thermische Solar-Anlage einen mittleren Bruttoertrag von $516 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$. Dieser Wert entspricht der Voraussage. Der Nettoertrag ist mit $396 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ bei 80 % der erwarteten $495 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$. Die gemessene Einstrahlung war um 6 % höher als der angenommene Wert.



Figur 11; Bruttoertrag [kWh/m^2] der thermischen Solaranlage, Tageswerte.

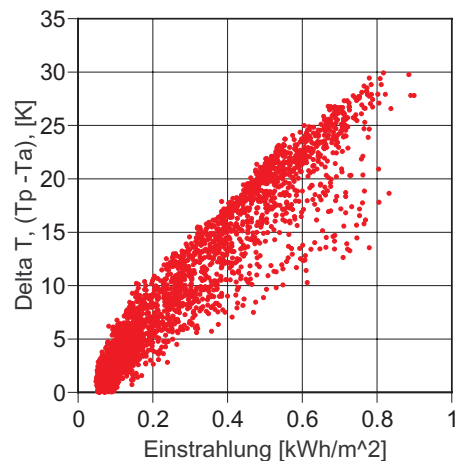
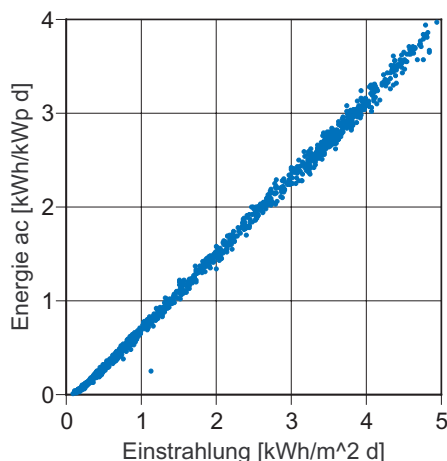


Figur 12, mittlere Kollektortemperatur zur Einstrahlung, Tageswerte.

Photovoltaikanlage

Die PV-Fassadenanlage erreichte während der Messperiode einen spezifischen Jahresertrag von 596 kWh/kWp . Dieser Ertrag ist um 4 % tiefer als die erwarteten 622 kWh/kWp . Die Erwärmung der Module ist mit 35 K/kW tiefer als der Erfahrungswert von etwa 50 K/kW für Fassadenanlagen und deutet auf eine gute Hinterlüftung. Die gemessene Einstrahlung an der Süd-Ost Fassade war 2 % tiefer als der berechnete Wert.

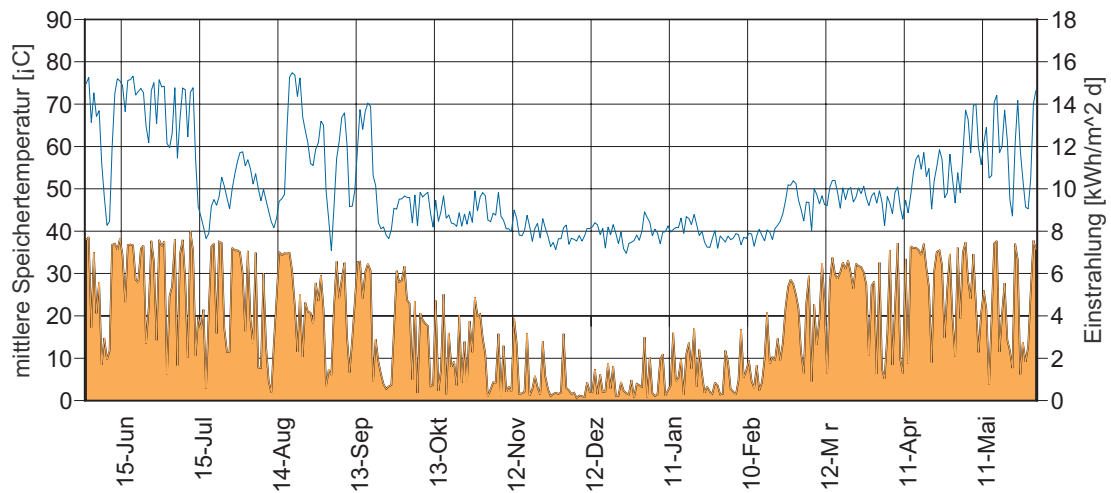
Figur 13; spezifischer Ertrag AC [kWh/kWp d] der Photovoltaik Anlage, Tageswerte.



Figur 14, Erwärmung der Module zur Einstrahlung, Stundenwerte.

Speichertemperatur

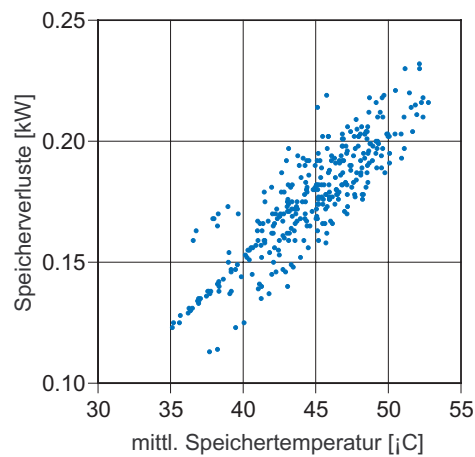
Mittels einem Integral Fühler konnte die mittlere Speichertemperatur und der Energieinhalt ermittelt werden. Figur 15 zeigt den Jahresverlauf der Speichertemperatur, sowie die tägliche Einstrahlung. Während der Ferienzeit, Juli/August, waren die Kollektoren teilweise abgedeckt.



Figur 15; mittlere Speichertemperatur um Mitternacht und Tagessummen der Einstrahlung, Periode 2002/2003.

Speicherverluste

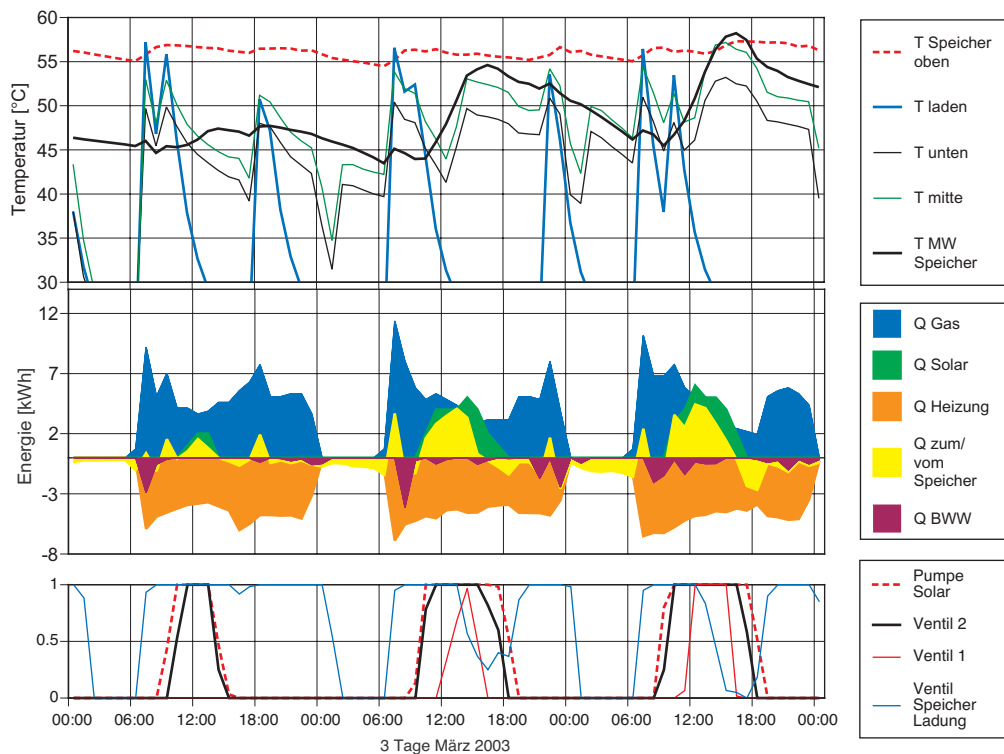
Die ermittelten Speicherverluste während dem Stillstand (keine Energiezufuhr und -entnahme) sind etwa 6.7 W/K .



Figur 16; Speicherverluste, Stundenwerte, Oktober 2001.

Steuerung

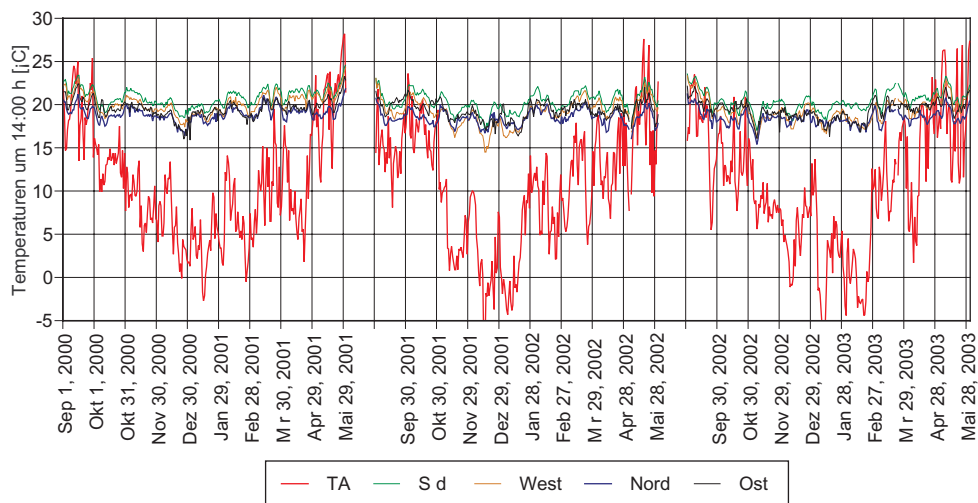
Figur 17 zeigt die Lade- und Entladezyklen des Speichers während 3 Tagen im März 2003.



Figur 17; Speichertemperaturen, Energie produziert und verbraucht, Energie vom und zum Speicher und Statussignale, Stundenwerte, März 2003.

Wandtemperaturen

In jeder Wandfläche (N - O - S - W) ist je ein Backstein mit sechs Temperaturfühlern versehen. Diese Wandtemperaturen wurden vom Datenlogger als Stundenwerte während der ganzen Messperiode erfasst.



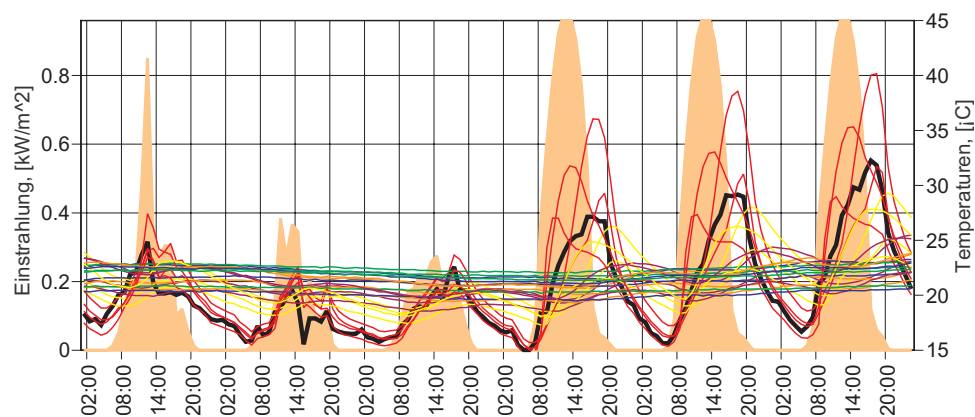
Figur 18; Aussentemperatur und Wandtemperaturen innen um 14:00 Uhr, September bis Mai, 2000 bis 03.

Die Wandtemperatur im inneren des Gebäudes ist etwa gleich der Raumtemperatur. Die Auswertung in Tabelle 8 zeigt den spezifischen Heizenergiebedarf zur mittleren Raumtemperatur. Der spezifische Heizenergiebedarf ist die an den Wärmetauscher der Warmluftheizung abgegebene Energie zu den Lüftungsgradstunden.

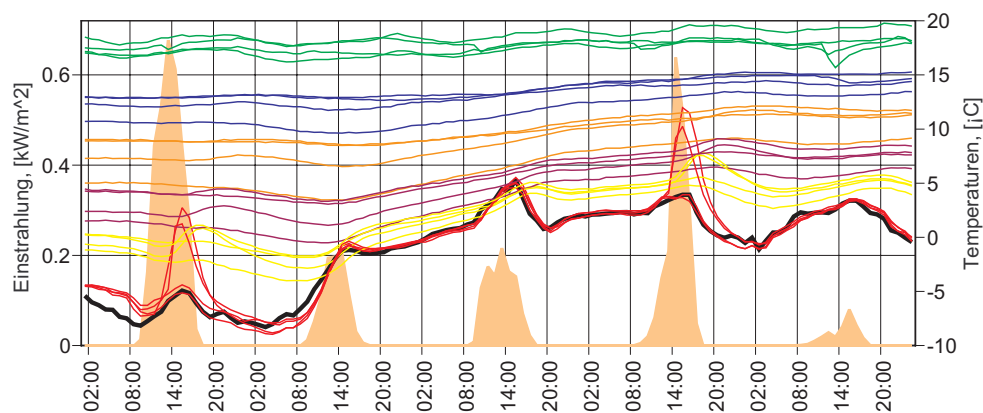
| Periode | Hi [kWh/m ²] | T _a [iC] | E _{rel} [kWh/Kh] | T _{W Nord} [iC] | T _{W S d} [iC] |
|---------|-----------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 2000/01 | 724 | 10.95 | 0.221 | 18.97 | 20.86 |
| 2001/02 | 790 | 10.32 | 0.187 | 18.48 | 20.32 |
| 2002/03 | 794 | 10.39 | 0.208 | 18.44 | 20.41 |

Tabelle 8, Einstrahlung, Aussentemperatur, spezifischer Heizenergiebedarf und die mittleren Wandtemperaturen innen gegen Norden und Süden um 14:00 h, im Vergleich 2000 bis 2003.

Die Darstellung der Messdaten aller Wandtemperaturen (je 6 Fühler nach N O S W), der Umgebungstemperatur und der Einstrahlung in den Figuren 19 und 20 zeigt dass die thermischen Einflüsse aussen bis in die Wandmitte erkennbar. Die innere Temperatur ist stabil trotzdem sich die Südwand aussen im Sommer bei hoher Einstrahlung bis auf 40 °C erwärmt und im Winter mit der Aussentemperatur bis - 8 °C abkühlt. Die fette schwarze Linie ist die Umgebungstemperatur.



Figur 19, Einstrahlung, Aussentemperatur und Wandtemperaturen, , 24. - 29 Juli 2002.



Figur 20, Einstrahlung, Aussentemperatur und Wandtemperaturen, 12. - 16. Januar 2003.

Vergleich mit dem Nachbarhaus

Das Nachbarhaus, Grundstrasse 8, ist identisch zum untersuchten Objekt, hat aber weniger stark isolierte Wände und Fenster und eine konventionelle Ölheizung. Anhand des Heizölverbrauchs vom April 2000 bis Oktober 2002 (31 Monate) konnte die thermische Energiekennzahl des Gebäudes bestimmt werden. Tabelle 9 zeigt den Vergleich zum Messhaus und zu den Berechnungen des Architekten. Der effektive Verbrauch und die Berechnung decken sich sehr genau. Allerdings sind in den 31 Monaten der Auswerteperiode nur 2 Heizperioden enthalten. Der effektive Jahresverbrauch des Gebäudes ist schätzungsweise etwa um ein Faktor 1.2 höher.

Der thermische Energiebedarf des Nachbarhauses ist um ein Faktor 1.2 höher und der Endenergiebedarf um ein Faktor 1.5 höher (Tabelle 9).

| Vergleich | | | Grundstrasse | | | |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|--------------|------------|--------------|--------------|
| April 00 bis Okt. 02 | | | Nr. 10 | | Nr. 8 | Nr. 8 |
| Jahreswerte | | | Verbrauch | | Verbrauch | Vorgaben |
| | | | effektiv | | effektiv | nach SIA |
| | EBF | m ² | 266.5 | | 223.0 | 223.0 |
| Wärmeverluste | Q _{t+l} | MJ/m ² a | 234.3 | | 293.7 | 292.7 |
| Gewinne | G _{tot} | MJ/m ² a | 50.0 | | 53.2 | 53.2 |
| Heizenergiebedarf | Q _{Heiz} | MJ/m ² a | 184.3 | | 240.5 | 239.5 |
| Warmwasser | Q _{WW} | MJ/m ² a | 66.3 | | 60.0 | 60.0 |
| Energiebedarf | Q_{tot} | MJ/m² a | 250.6 | 1.2 | 300.5 | 299.5 |
| Ertrag Solar | Q _{Sol U} | MJ/m ² a | 57.7 | | | |
| | | MJ/m ² a | 192.9 | | | |
| Verluste | V _{tot} | MJ/m ² a | 42.4 | | 53.0 | 52.9 |
| Endenergiebedarf | E_{tot} | MJ/m² a | 235.3 | 1.5 | 353.5 | 352.4 |
| | | MJ/a | 62'707 | | 78'826 | 78'575 |
| | | kWh/a | 17'419 | | 21'896 | 21'826 |
| Verbrauch Heiz I EL | | I | 1'742 | | 2'190 | 2'183 |
| | | I/m ² | 6.54 | | 9.82 | 9.79 |

Tabelle 9; Vergleich zum Nachbarhaus, Grundstrasse 8.

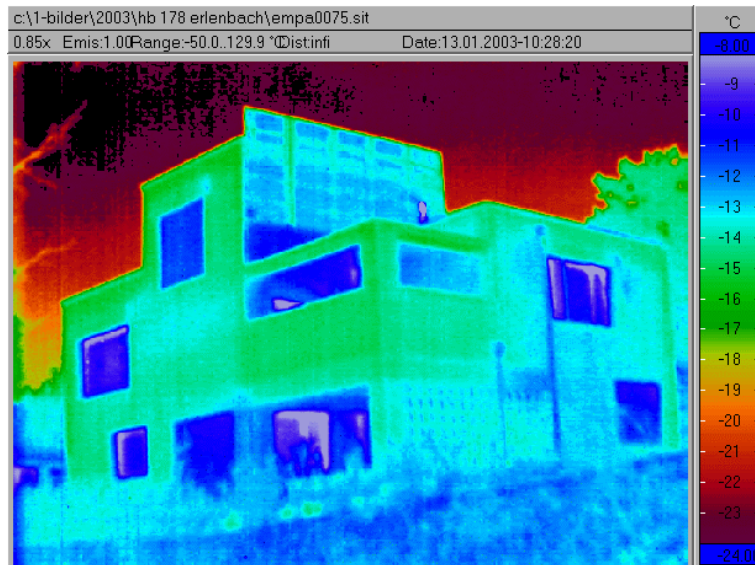
Der wesentliche Unterschied ist in der Hülle der beiden Gebäude. Der verwendete Poroton Isolier-Backstein ist beim Gebäude Nr. 10, 49 cm und beim Gebäude Nr. 8, 36 cm dick. Das Haus Nr. 10 hat zusätzlich noch einen beheizten Raum im Untergeschoss.

| Grundstrasse | | | |
|--------------|--------|-------|--------------------|
| | Nr. 10 | Nr. 8 | |
| EBF | 266.5 | 230.0 | m ² |
| Wand | 0.21 | 0.28 | W/m ² K |
| Dach | 0.15 | 0.15 | W/m ² K |
| Fenster | 1.00 | 1.30 | W/m ² K |

Tabelle 10, Vergleich K-Werte, Hülle, Grundstrasse 10 und 8.

Infrarotmessungen

Die am 13. Januar 2003 von der EMPA durchgeführten IR-Aufnahmen des Gebäudes zeigten keine Mängel an der Gebäudehülle. Weitere IR-Aufnahmen befinden sich im Anhang.



Figur 21, IR-Aufnahme, Grundstrasse 10, Gesamtansicht von Süden.

Aufgetretene Probleme

Messeinrichtung

Die Erfassung der Energiemengen wurde innerhalb der Messperiode mehrmals unterbrochen. Die Ursache lag an einem schlechten elektrischen Kontakt der Pulszählereinheit des Dataloggers. Die Energiemengen der entsprechenden Monatsdaten der vorliegenden Auswertungen wurden unter Berücksichtigung der Meteodaten auf 100% Betrieb hochgerechnet.

Bewertung

Die gemessene thermische Energiekennzahl mit $279 \text{ MJ} / \text{m}^2 \text{ a}$ um einen Faktor 1.84 höher als im Minergienachweis nachgewiesen. Der elektrische Energiebedarf, der Ertrag der Thermischen Solaranlage und die Produktion der photovoltaischen Anlage entsprechen der Voraussage.

Verschiedene von der Messung und Auswertung nicht vollständig erfasste Faktoren könnten zu diesem Mehrverbrauch oder anderen Abweichungen beitragen:

Periode 2000/01

- nicht optimale Einstellung der Heizkennlinie, ungenügende Nachtab senkung
- falsche Beschilderung für Sommer- / Winterbetrieb und damit zu hohe Luftwechselrate im Winter

Periode 2000/01

- nicht optimale Wärmeverteilung im Obergeschoss

Periode 2000/01

- Einstellung der Heizkennlinie, hohe Vorlauftemperatur, bedingt durch den Einbau eines Radiators im Obergeschoss

Hülle

- höhere Transmissionsverluste als erwartet

Temo Vex Einheit

- zu hohe Luftwechselrate
- ungenügende Wärmerückgewinnung
- schlechte Effizienz des Wasser/Luft Wärmetauschers bei hoher Leistung

Erlenbach, 12. Januar 2004

Symbolverzeichnis

Thermische Anlage

Gemessene Werte

| | | |
|----------------------------|--------------------|-----------------------|
| Einstrahlung (Kollektoren) | $H_{I\text{ Sol}}$ | [kWh/m ²] |
| Umgebungstemperatur | T_a | [°C] |
| Solarkreis | Q_{Sol} | [kWh] |
| Warmwasser | Q_{WW} | [kWh] |
| Speichererwärmung | Q_{Sp} | [kWh] |
| Gas Heizung | $E_{\text{Gas T}}$ | [kWh] |
| Gas Kochen | $E_{\text{Gas K}}$ | [kWh] |
| Heizung | Q_{Heiz} | [kWh] |
| Warmwassermenge | m_{WW} | [l / h] |

Berechnete Werte

| | | |
|-------------------------|---------------------|-------|
| Überschuss Energie | Ue_{tot} | [kWh] |
| Anteil Solar thermisch | f_{sol} | --- |
| Ertrag Solar thermisch | $Q_{\text{Sol U}}$ | [kWh] |
| Anteil Solar elektrisch | f_{PV} | --- |
| Elektrisch und Kochen | $E_{\text{FU + K}}$ | [kWh] |
| Total thermisch | $Q_{\text{tot T}}$ | [kWh] |
| Energiebedarf total | Q_{tot} | [kWh] |
| Energieverbrauch total | E_{tot} | [kWh] |
| Verluste | V_{tot} | [kWh] |
| Verbrauch elektrisch | E_{FU} | [kWh] |

PV-Anlage

Messung und Auswertung nach den EU-Richtlinien

Gemessene Grössen

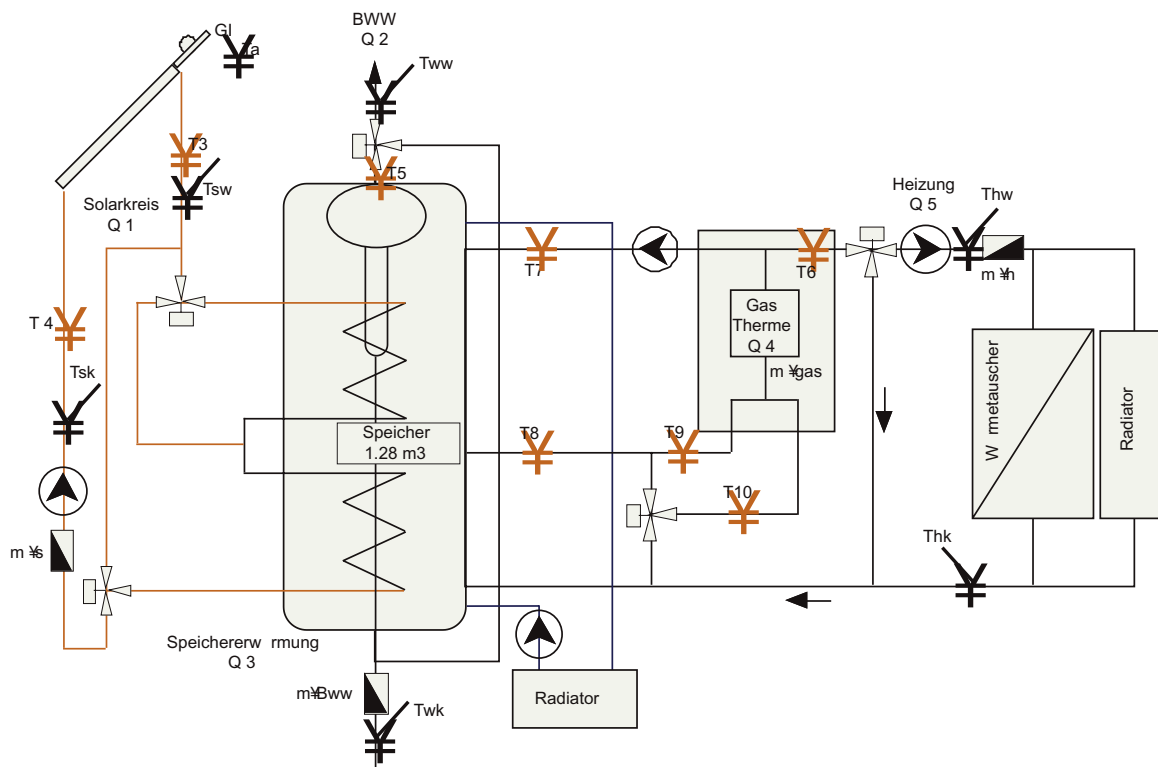
| | | |
|---------------------------|----------|-----------------------|
| Einstrahlung (Modulebene) | H_I | [kWh/m ²] |
| Umgebungstemperatur | T_a | [°C] |
| Modultemperatur | T_p | [°C] |
| Energie Solargenerator | E_A | [kWh] |
| Energie Inverter | E_{IO} | [kWh] |

Berechnete Werte

| | | |
|----------------------------------|----------------------|---------------|
| Referenz Ertrag | Y_r | [kWh/(kWp*d)] |
| Generator Ertrag | Y_a | [kWh/(kWp*d)] |
| Anlagen Ertrag | Y_f | [kWh/(kWp*d)] |
| Inverter Verluste | L_s | [kWh/(kWp*d)] |
| Umwandlungs Verluste | L_c | [kWh/(kWp*d)] |
| Performanz | PR | --- |
| Betriebswirkungsgrad (Generator) | η_{Feld} | --- |
| Betriebswirkungsgrad (Inverter) | η_{Inv} | --- |
| Gesamtwirkungsgrad | η_{tot} | --- |
| Verfügbarkeit Inverter | Betr | [%] |
| Verfügbarkeit Feld | Feld | [%] |
| Modultemperatur bei Betrieb | $T_{p\text{ b}}$ | [°C] |
| spez. Jahresertrag | $Y_{f\text{ a}}$ | [kWh/(kWp*a)] |

Anhang

- 1 Prinzipschema und Messtellen
- 2 Monatswerte 2000/01
- 3 Monatswerte 2001/02
- 4 Monatswerte 2002/03
- 5 Monatswerte Heizperiode 2000/01
- 6 Berechnungen Energieberater
- 7 - 9 Minergie Nachweis
- 10 Monatswerte PV-Anlage
- 11 - 15 Infrarot Aufnahmen



| | | |
|----------------------------|--------------|-----------------------|
| Einstrahlung (Kollektoren) | $H_{I\ Sol}$ | [kWh/m ²] |
| Umgebungstemperatur | T_a | [°C] |
| Solarkreis | Q1 | Q_{Sol} [kWh] |
| Warmwasser | Q2 | Q_{WW} [kWh] |
| Speichererwärmung | Q3 | Q_{Sp} [kWh] |
| Gas Heizung | Q4 | $E_{Gas\ T}$ [kWh] |
| Gas Kochen | | $E_{Gas\ K}$ [kWh] |
| Heizung | Q5 | Q_{Heiz} [kWh] |
| Warmwassermenge | m_{BWW} | [l] |

Monatsdaten, Minergiehaus Erlenbach, Periode 2000/01

| | | 2000_01 | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------|----------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------|--------|
| Meteo | | Jun.00 | Jul.00 | Aug.00 | Sept.00 | Okt.00 | Nov.00 | Dez.00 | Jan.01 | Feb.01 | M r.01 | Apr.01 | Mai.01 | Jahr | |
| Stunden | | 720 | 744 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 720 | 744 | 8'760 | |
| | Stunden Daten | 720 | 744 | 744 | 720 | 744 | 420 | 744 | 744 | 603 | 553 | 720 | 744 | 8'200 | |
| | Datenverf gbarkeit* | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 58% | 100% | 100% | 90% | 74% | 100% | 100% | 94% | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Globalstrahlung | H | | | | | | | | | | | | | 1'195 | |
| | H _{i, coll} | 179 | 134 | 159 | 133 | 54 | 54 | 32 | 44 | 69 | 70 | 104 | 164 | 1'195 | |
| | H _{i, PV} | 86 | 72 | 95 | 89 | 39 | 51 | 31 | 43 | 59 | 48 | 63 | 86 | 762 | |
| | Aussentemperatur T _a | 19.3 | 17.2 | 20.1 | 15.9 | 11.1 | 6.5 | 4.5 | 2.2 | 4.2 | 7.5 | 7.7 | 16.6 | 11.1 | |
| Energie produziert | Solar Thermisch** | Q _{coll} | 893 | 670 | 601 | 244 | 208 | 56 | 92 | 215 | 352 | 509 | 957 | 5'301 | |
| | Photovoltaik | E _{pv} | 133 | 108 | 148 | 143 | 59 | 78 | 66 | 93 | 75 | 99 | 133 | 1'178 | |
| | Total | | 1'026 | 818 | 744 | 303 | 286 | 101 | 158 | 308 | 426 | 608 | 1'090 | 6'480 | |
| | | | | | | | | | | | | | | MJ/m ² a | |
| Energie Entnahme | Heizung | Q _{Heiz} | 0 | 0 | 0 | 933 | 2'315 | 2'536 | 3'400 | 2'814 | 2'580 | 1'966 | 154 | 16'698 | |
| | Warmwasser | Q _{WW} | 438 | 296 | 248 | 400 | 496 | 546 | 435 | 443 | 453 | 484 | 488 | 5'125 | |
| | Total thermisch | | 438 | 296 | 248 | 400 | 2'811 | 3'081 | 3'835 | 3'257 | 3'033 | 2'451 | 642 | 21'824 | |
| | Kochen | E _{Gas K} | 34 | 26 | 13 | 30 | 24 | 30 | 23 | 15 | 21 | 29 | 34 | 314 | |
| Energiebedarf | Elektrisch | E _{el} | 375 | 323 | 303 | 329 | 752 | 818 | 711 | 603 | 698 | 681 | 526 | 6'782 | |
| | Total | | 847 | 646 | 564 | 760 | 3'594 | 3'934 | 4'569 | 3'874 | 3'752 | 3'160 | 1'203 | 28'919 | |
| | berschuss | U _{e tot} | 455 | 208 | 422 | 201 | | 7% | 2% | 7% | 12% | 21% | 100% | 315 | |
| | Anteil Solar thermisch | f _{sol} | 100% | 100% | 100% | 100% | 18% | 7% | 2% | | | | | 17% | |
| Energiebedarf | Ertrag Solar thermisch | Q _{Sol U} | 438 | 296 | 248 | 400 | 208 | 56 | 92 | 215 | 352 | 509 | 642 | 3'701 | |
| | Anteil Solar elektrisch | f _{PV} | 35% | 33% | 49% | 43% | 10% | 6% | 9% | 15% | 11% | 15% | 25% | 17% | |
| | Total thermisch | Q _{tot T} | | | | 1'086 | 2'603 | 3'025 | 3'743 | 3'042 | 2'681 | 1'942 | | 18'123 | |
| | Elektrisch und Kochen | E _{Elek K} | 276 | 242 | 168 | 216 | 628 | 705 | 807 | 668 | 525 | 644 | 611 | 427 | 5'917 |
| Endenergieverbrauch | Total | Q _{tot} | 276 | 242 | 168 | 216 | 1'714 | 3'308 | 3'832 | 4'411 | 3'567 | 3'326 | 2'553 | 427 | 24'040 |
| | Verluste total | V _{tot} | 60 | | | 257 | 412 | 363 | 406 | 361 | 257 | 436 | 231 | 2'783 | |
| | Energie Gas thermisch | E _{Gas T} | 61 | | | 1'343 | 3'015 | 3'388 | 4'149 | 3'404 | 2'938 | 2'377 | 231 | 20'905 | |
| | Gas total | E _{Gas tot} | 34 | 87 | 13 | 30 | 3'045 | 3'423 | 4'172 | 3'418 | 2'959 | 2'406 | 265 | 21'219 | |
| Nutzungsgrad total | Elektrisch | E _{el} | 242 | 215 | 155 | 187 | 603 | 675 | 645 | 510 | 623 | 582 | 393 | 5'603 | 76 |
| | Total | E _{tot} | 276 | 302 | 168 | 216 | 1'971 | 3'720 | 4'195 | 3'928 | 3'582 | 2'988 | 658 | 26'822 | |
| | Nutzungsgrad total | | | | | 87% | 89% | 91% | 92% | 91% | 93% | 85% | 65% | 90% | 90% |
| | Nutzungsgrad thermisch | | | | | 81% | 86% | 89% | 90% | 89% | 91% | 82% | 87% | 87% | 87% |
| Warmwasserverbrauch | m ³ _{WW} | 8.9 | 6.9 | 5.0 | 8.6 | 9.5 | 10.7 | 11.7 | 8.5 | 8.7 | 8.8 | 9.8 | 9.9 | 107 | |

* Die Messwerte wurden auf 100% korrigiert.

** Wegen noch nicht eingebaute Energie hier wurden die Werte f r die Monate Juni und Juli gesch tzt.
In den Monaten Juli und August waren die Kollektoren wegen Abwesenheit zum Teil abgedeckt.

Monatsdaten, Minergiehaus Erlenbach, Periode 2001/02

| Meteo | Stunden Stunden Daten Datenverf gbarkeit* | 2001_02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---------|-----|------|--------|-----|------|--------|-----|------|---------|-----|------|--------|-----|------|--------|-----|------|--------|-----|------|--------|-----|------|--------|-----|------|-------|-----|------|--------|-----|------|--------|-----|------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|
| | | Jun.01 | | | Jul.01 | | | Aug.01 | | | Sept.01 | | | Okt.01 | | | Nov.01 | | | Dez.01 | | | Jan.02 | | | Feb.02 | | | Mr.02 | | | Apr.02 | | | Mai.02 | | | Jahr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 | 100% | 720 | 744 |

Monatsdaten, Minergiehaus Erlenbach, Periode 2002/03

| Meteo | | Jahr | | | | | | | | | | | | 2002_03 |
|------------------------|--------------------------|------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| | | Stunden | | | | | | | | | | | | |
| | | Stunden Daten | | | | | | | | | | | | |
| | | Datenverf gbarkeit* | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Energie produziert | Globalstrahlung | H | | | | | | | | | | | | |
| | Einstrahlung Kollektoren | H _{i, Sol} | 172 | 159 | 136 | 88 | 32 | 21 | 64 | 149 | 149 | 144 | 1'262 | |
| | Einstrahlung PV Anlage | H _{i, PV} | 81 | 79 | 76 | 69 | 26 | 18 | 57 | 108 | 90 | 76 | 789 | |
| | Aussentemperatur | T _a | 20.5 | 19.6 | 18.8 | 10.7 | 6.9 | 4.4 | -1.1 | 7.7 | 10.1 | 15.6 | 10.7 | |
| Energie entnahme | Solar Thermisch** | Q _{Sol} | 905 | 475 | 423 | 437 | 138 | 42 | 244 | 708 | 744 | 733 | 5'421 | |
| | Photovoltaik | E _{PV} | 122 | 119 | 117 | 107 | 38 | 24 | 84 | 173 | 142 | 117 | 1'209 | |
| | Total | | 1'027 | 594 | 540 | 544 | 175 | 66 | 328 | 881 | 886 | 850 | 6'630 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Energiebedarf | Heizung | Q _{Heiz} | 0 | 0 | 0 | 994 | 2'377 | 2'916 | 3'415 | 2'071 | 959 | 125 | 16'629 | |
| | Warmwasser | Q _{WW} | 424 | 244 | 176 | 474 | 503 | 558 | 468 | 469 | 371 | 405 | 5'021 | |
| | Total thermisch | | 424 | 244 | 176 | 1'467 | 2'880 | 3'474 | 3'883 | 2'540 | 1'330 | 531 | 21'651 | |
| | Kochen | E _{Cook} | 28 | 14 | 10 | 23 | 32 | 28 | 27 | 25 | 22 | 18 | 281 | |
| Energieverbrauch | Elektrisch | E _{el} | 371 | 201 | 184 | 480 | 722 | 721 | 584 | 513 | 475 | 340 | 5'791 | |
| | Total | | 823 | 458 | 369 | 1'293 | 3'634 | 4'223 | 4'492 | 3'082 | 1'827 | 888 | 27'722 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Energiebedarf | berschuss | U _{e tot} | 481 | 231 | 247 | | | | | | | 202 | 1'162 | |
| | Anteil Solar thermisch | f _{Sol} | 100% | 100% | 100% | 67% | 30% | 5% | 6% | 28% | 56% | 100% | 20% | |
| | Ertrag Solar thermisch | Q _{Sol U} | 424 | 244 | 176 | 501 | 437 | 138 | 244 | 708 | 744 | 531 | 4'259 | |
| | Anteil Solar elektrisch | f _{PV} | 33% | 59% | 63% | 22% | 5% | 3% | 14% | 34% | 30% | 34% | 21% | |
| Energiebedarf | Total thermisch | Q _{tot T} | | | | 252 | 1'030 | 2'743 | 3'639 | 1'832 | 586 | | 17'392 | |
| | Elektrisch und Kochen | E _{el+K} | 276 | 96 | 77 | 426 | 395 | 716 | 525 | 369 | 355 | 241 | 4'862 | |
| | Total | Q _{tot} | 276 | 96 | 77 | 678 | 1'426 | 3'459 | 4'157 | 4'538 | 2'201 | 941 | 22'254 | |
| | Verluste total | V _{tot} | | 5 | | 234 | 518 | 547 | 471 | 721 | 655 | 199 | 4'162 | |
| Endenergieverbrauch | Energie Gas thermisch | E _{Gas T} | | 5 | | 486 | 1'549 | 3'290 | 4'110 | 2'553 | 1'241 | 199 | 21'554 | |
| | Gas total | E _{Gas Tot} | 28 | 19 | 10 | 511 | 1'571 | 3'322 | 4'135 | 2'582 | 1'263 | 217 | 21'834 | |
| | Elektrisch | E _{el} | 249 | 82 | 67 | 401 | 373 | 684 | 500 | 340 | 333 | 223 | 4'582 | |
| | Total | E _{tot} | 276 | 100 | 77 | 912 | 1'944 | 4'006 | 4'559 | 4'635 | 2'921 | 1'596 | 440 | 26'416 |
| Nutzungsgrad total | | | | | | | | | | | | | | |
| Nutzungsgrad thermisch | | | | | | | | | | | | | | |
| Warmwasserverbrauch | | m ³ _{WW} | 8.5 | 5.3 | 3.8 | 9.8 | 9.8 | 10.5 | 8.4 | 8.5 | 7.0 | 8.0 | 98 | |

* Die Messwerte wurden auf 100% korrigiert.
** In den Monaten Juli und August waren die Kollektoren wegen Abwesenheit zum Teil abgedeckt.

Berechnungen Energieberater, Minergiehaus Erlenbach

Effektive Nutzung
266.5 m^2
nach den Berechnungen von 1.4.99

| | Jahr | | | | | | | | | | | | Jahr kWh / a | Jahr kWh/m² a | Jahr MJ/m² a |
|----------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|------------------|-----------------|
| | Jul | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr | | |
| Klimadaten | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umgebungstemperatur | iC | 17.6 | 16.8 | 13.7 | 8.5 | 3.1 | -1.3 | 0.8 | 3.6 | 7.7 | 12.5 | 15.0 | 8.1 | | |
| Globalstrahlung | MJ / m² | 646 | 525 | 378 | 230 | 108 | 77 | 168 | 301 | 450 | 565 | 613 | 4'165 | 1'157 | |
| Diffus | MJ / m² | 291 | 257 | 193 | 137 | 78 | 58 | 70 | 177 | 233 | 288 | 298 | 2'187 | 608 | |
| W rmeverluste | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transmission | GJ | 1.9 | 2.2 | 3.2 | 5.1 | 6.7 | 8.5 | 7.0 | 6.8 | 5.2 | 3.7 | 2.7 | 61.4 | 17'056 | 230 |
| L fting | GJ | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 1.6 | 1.3 | 1.2 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 10.3 | 2'861 | 39 |
| Total | | 2.1 | 2.4 | 3.7 | 5.9 | 7.9 | 10.1 | 8.3 | 8.0 | 6.1 | 4.3 | 3.1 | 71.8 | 19'944 | 269 |
| Indirekte Gewinne | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intern | GJ | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 18.2 | 5'056 | 68 |
| Systeme | GJ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| Total | GJ | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 18.2 | 5'056 | 68 |
| Nutzungsgrad | % | 95 | 96 | 98 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 98 | | |
| Nutzbar indirekt | GJ | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 17.9 | 4'972 | 67 |
| Direkte Gewinne | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total Direkt | GJ | 4.8 | 4.2 | 3.5 | 2.4 | 1.2 | 1.0 | 1.9 | 2.9 | 3.8 | 4.3 | 4.5 | 35.8 | 9'944 | 134 |
| Nutzungsgrad | % | 13 | 26 | 59 | 95 | 99 | 100 | 99 | 97 | 88 | 60 | 35 | 61 | | |
| Nutzbar direkt | GJ | 0.6 | 1.1 | 2.1 | 2.3 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 2.8 | 3.3 | 2.6 | 1.6 | 21.7 | 6'028 | 81 |
| Heizenergiebedarf | | | | | | | | | | | | | | | |
| | GJ | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 2.1 | 5.2 | 7.6 | 7.4 | 3.7 | 1.3 | 0.1 | 0.0 | 32.4 | 9'000 | 122 |
| | MJ / m² | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 8.0 | 19.6 | 28.4 | 18.7 | 13.7 | 4.7 | 0.4 | 0.1 | 121 | | |
| | kWh | 0 | 0 | 28 | 583 | 1'444 | 2'111 | 1'389 | 1'028 | 361 | 28 | 0 | 9'000 | | |
| | kWh / m² | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 2.19 | 5.42 | 7.92 | 5.21 | 3.86 | 1.36 | 0.10 | 0.00 | 33.77 | | |
| Nutzungsgrad thermisch | | | | 96.1% | 96.6% | 97.7% | 97.8% | 97.2% | 98.5% | 99.6% | 75.0% | 0.0% | 97.3% | | |
| Energiekennzahlen | | | | | | | | | | | | | | | |
| Heizung | MJ / m² | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 8.2 | 20.2 | 29.2 | 19.3 | 14.1 | 4.9 | 0.5 | 0.1 | 125 | 9'253 | 125 |
| Warmwasser | MJ / m² | 7.0 | 7.0 | 6.8 | 7.0 | 6.3 | 6.5 | 5.9 | 6.5 | 6.3 | 6.5 | 6.8 | 79 | 5'848 | 79 |
| Elektrisch | MJ / m² | 6.8 | 6.8 | 6.6 | 6.8 | 6.6 | 6.8 | 6.1 | 6.8 | 6.6 | 6.8 | 6.6 | 80 | 5'922 | 80 |
| Total | MJ / m² | 13.8 | 13.8 | 13.7 | 22.0 | 33.1 | 42.3 | 31.3 | 27.4 | 17.8 | 13.8 | 13.5 | 284 | 21'024 | 284 |
| Nutzungsgrad total | | 96.5% | 96.5% | 96.4% | 97.8% | 98.4% | 99.4% | 98.8% | 98.4% | 97.1% | 96.1% | 95.8% | 98.1% | | |
| Endenergieverbrauch | | | | | | | | | | | | | | | |
| Heizung | kWh | 0 | 0 | 25 | 607 | 1'493 | 2'165 | 1'431 | 1'046 | 361 | 33 | 4 | 9'271 | 9'271 | 125 |
| Warmwasser | kWh | 501 | 501 | 484 | 501 | 449 | 464 | 420 | 464 | 449 | 464 | 484 | 5'647 | 5'647 | 76 |
| Thermisch Total | kWh | 501 | 501 | 509 | 1'108 | 1'942 | 2'629 | 1'851 | 1'510 | 810 | 497 | 488 | 14'918 | 14'918 | 202 |
| Elektrisch | kWh | 485 | 485 | 469 | 485 | 469 | 485 | 438 | 485 | 469 | 485 | 469 | 5'712 | 5'712 | 77 |
| Total | kWh | 986 | 986 | 978 | 1'593 | 2'411 | 3'114 | 2'289 | 1'995 | 1'279 | 982 | 957 | 20'630 | 20'630 | 279 |

**Antrag für Registrierung
MINERGIE-Konformität**

Antrag für MINERGIE-Label

- ☐ Einzelgebäude (Gebühr 150 Fr.) ☒ Einzelgebäude (Gebühr 750 Fr.)
☐ Mehrfachnutzung (Gebühr 300 Fr.) ☐ Mehrfachnutzung (Gebühr 2'000 Fr.)

Antragsteller/in: *Thomas Nordmann*

Verantwortlich: *Urs Gadola c/o energa*

Funktion (z.B. Bauherrschaft, GU): *Bauherr*

Adresse: *TNC Asylstr. 84 8708 Männedorf*

Tel.: *01 921 13 14*

Fax: *01 921 13 72*

Präzise Bezeichnung des Gebäudes oder Gebäudetyps:

Gebäudetyp: ☒ EFH ☐ MFH ☐ DL-Gebäude

Gebäudegrösse (EBF): *266.5 m²*

Einzelgebäude, Standort: *8703 Erlenbach, Grundstr.*

Mehrfachnutzung, Name des Gebäudetyps:

Bei Mehrfachnutzung:

Notwendige Aufstellungsbedingungen zur Gewährleistung des MINERGIE-Standards:

Hauptfensterflächen gegen ☐ Süd ☐ Ost / West

Bedingungen für die Haustechnik (z.B. WP/Quelle, Solarenergie, Lüftung, Produktename):

Beilagen zu Label-Antrag:

Nachweise SIA 380/1, MINERGIE-Nachweis
und Ausführungspläne 1:50

Beilagen zu Konformitätsantrag:

MINERGIE-Nachweis

Die Unterzeichnenden

1. erklären, dass die erwähnten Gebäude dem MINERGIE-Standard entsprechen (nur für Konformität).
2. erklären, dass sie das MINERGIE-Reglement (Ausgabe vom*Dez*..... 1998) zur Kenntnis genommen haben.
3. anerkennen das MINERGIE-Reglement als integrale Bedingung jeder Nutzung der Marke MINERGIE.
4. sind mit der Veröffentlichung der registrierten Daten (Architekt/in, Planer/in, Gebäudestandort, Eigentümer/in, usw.) ☐ einverstanden ☐ nicht einverstanden

Ort

Datum

Unterschrift der Antragsteller/innen

Stäfa

6/7/1999

T. Nordmann

Grundlagen für Nachweis MINERGIE-Standard

Version 2, 15.1.98

(Für Wohnbauten und Dienstleistung)

Gebäudebezeichnung, Adresse

Einfamilienhaus Nordmann
Grundstrasse 8704 Erlenbach

Baujahr: 1999
Höhe: 450 m.ü.M

Angaben aus der Berechnung des Wärmebedarfs gemäss SIA 380/1

- 1 Haustyp ☒ EFH ☐ MFH ☐ Dienstleistung
- 2 Energiebezugsfläche (EBF) korrigiert: 266.5 m²
unkorrigiert: 257.1 m²
- 3 Gebäudevolumen (netto) 507.0 m³
- 4 Heizenergiebedarf inkl. 10% Wärmebrücken 9'845 kWh/a pro m² 36.9 kWh/m²a
- 5 Warmwasser 4'371 kWh/a pro m² 17.0 kWh/m²a

Technische Angaben mechanische Lüftungsanlage

- 6 Wirkungsgrad WRG 80 %
- 7 Laufzeit, Heizperiode 30 Wochen
- | | Stufe 1 | Stufe 2 | Stufe 3 | |
|---|---------|---------|---------|-------------------|
| 8 Luftmenge | 177 | | | m ³ /h |
| 9 Elektrische Leistung aller Ventilatoren | 170 | | | W |
| 10 Betriebsstunden pro Woche (max. 168h) | 168 | | | h/Wo |
- (Summe = 168 h/Wo)

Verteiltemperaturen

- 11 Temperaturen Heizung (Auslegung Wärmeabgabe) t_{Rückl.} 35 °C t_{Vorl.} 45 °C
- 12 Temperatur Brauchwarmwasser (Planung) t_{WW} 55 °C

Technische Angaben Wärmeerzeugung

- | | | Deckungsgrad
Heizung Warmwasser |
|--|--|------------------------------------|
| 13 Heizkessel | Nutzungsgrad: 85.0 % | 78 41 % |
| Typ: <input type="checkbox"/> Öl <input checked="" type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/> Andere | | |
| 14 Holzfeuerung | Nutzungsgrad: 100.0 % | |
| Typ: | | |
| 15 Elektrisch direkt | Nutzungsgrad: 100.0 % | |
| 16 Fernwärme | Nutzungsgrad: % | |
| | | |
| 17 Wärmepumpe (Heizung) | Jahresarbeitszahl: - | % |
| Typ: <input type="checkbox"/> Erdsonde <input type="checkbox"/> Luft/Wasser <input type="checkbox"/> Grundwasser <input type="checkbox"/> Andere | | |
| 18 Wärmepumpe (Warmwasser) | Jahresarbeitszahl: - | % |
| Typ: <input type="checkbox"/> Erdsonde <input type="checkbox"/> Luft/Wasser <input type="checkbox"/> Grundwasser <input type="checkbox"/> Andere | | |
| 19 WKK | Wirkungsgrad thermisch % Wirkungsgrad elektrisch % | % |
| 20 Andere Wärmeerzeugung | Nutzungsgrad: % | % |
| | | |
| Endenergie: <input type="checkbox"/> Brennstoff <input type="checkbox"/> Elektrizität <input type="checkbox"/> Erneuerbar | | |
| 21 Solarenergie Thermisch | Absorberfläche: 8.5 m ² Netto Jahresertrag pro m ² Absorberfläche: 558 kWh/m ² a | 22 59 % |
| 22 Ertrag aus Photovoltaik | Nennleistung: 2250 Wp Netto-Jahres-Ertrag pro Wp: 0.62 kWh/Wp,a | |
| 23 | Kontrollsumme Deckungsgrad: | 100 100 % |

Nachweis MINERGIE-Standard (Für Wohnbauten und Dienstleistung)

Version 2, 15.1.98

Gebäudebezeichnung, Adresse

Einfamilienhaus Nordmann
Grundstrasse 8704 Erlenbach

Baujahr: 1999

| | zugeführte Energie | | benötigte Wärme kWh/m²a |
|---|-------------------------|-------------------|----------------------------|
| | Elektrizität kWh/m²a | andere kWh/m²a | |
| Bedarf für Heizung und Warmwasser (Übertrag aus Blatt "Grundlagen") | | | |
| 31 | Heizenergiebedarf | | 36.9 |
| 32 | Warmwasser | | 17.0 |
| 33 | Total benötigte Wärme | | 53.9 |

| | | | |
|--|---|-------|--------|
| Deckung des Bedarfs für Heizung und Warmwasser | | | |
| 34 Heizkessel | | 42.1 | ⇒ 35.8 |
| 35 Holzfeuerung | | | ⇒ |
| 36 Elektrisch direkt | | | ⇒ |
| 37 Fernwärme | | | ⇒ |
| 38 Wärmepumpe (Heizung) | | | ⇒ |
| 39 Wärmepumpe (Warmwasser) | | | ⇒ |
| 40 Wärmekraftkopplung (WKK) | - | | ⇒ |
| 41 Andere Wärmeherzeugung | | | ⇒ |
| 42 Solarenergie Thermisch | | | 18.2 |
| 43 Photovoltaikanlage | - | 5.2 * | |
| 44 Elektrizität für mechanische Lüftungsanlage | | 3.2 | |
| mittlerer Luftwechsel = 0.35 1/h thermisch wirksamer Luftwechsel = 0.07 1/h | | | |

| | | | |
|--|-----|-------|------|
| 45 Total zugeführte Energie / benötigte Wärme | - 2 | 42.1 | 53.9 |
| 46 Gewichtung Elektrizität: mit Faktor 2 multiplizieren | | ⇒ - 4 | |
| 47 Energiekennzahl Wärme (MINERGIE-Spezifikation, vgl. Zeile 46) | | 38.1 | |

48 MINERGIE-Standard erfüllt (vgl. Zeile 47):

☒ ja ☐ nein

Neubauten max. 45 kWh/m²a, Bauten mit Baujahr < 1990 max. 90 kWh/m²a

Beilagen:

- Heizenergiebedarfsberechnung (inkl. nötige Beilagen)
- Prinzipschema Heizung und Lüftung

Für technische Rückfragen:

Name, Telefon:

Urs Gadola c/o enega

Tel. 926 66 00

Ort, Datum, Unterschrift:

Stäfa 6/4/99 *Urs Gadola*

* Automatischer Übertrag von Formular "Grundlagen" funktioniert nicht.

Monatswerte PV-Anlage, Minergiehaus Erlenbach

| GRUND 2.04 [kWh] | t M [h] | Betr. Inv [h] | H I [kWh/m²] | T am [°C] | E A [kWh] | E IO+ [kWh] | ins Netz [kWh] | Kummuliert [kWh] |
|------------------------|------------|------------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|-------------------|---------------------|
| 2000 | 7'344 | 3'174 | 661 | 13.4 | 1'145 | 1'032 | 1'032 | 1'032 |
| 2001 | 8'760 | 3'646 | 766 | 10.6 | 1'312 | 1'186 | 1'186 | 2'218 |
| 2002 | 8'760 | 3'620 | 770 | 11.1 | 1'308 | 1'179 | 1'179 | 3'397 |
| 2003 | 7'983 | 3'586 | 826 | 12.1 | 1'403 | 1'270 | 1'270 | 4'667 |
| März 00... | Nov. 03 | 14'026 | | | | | 4'667 | 3'397 |
| mittel | 8'212 | 3'507 | 756 | 11.8 | 1'292 | 1'167 | 1'167 | |

| | | | | | | | | |
|----------|-------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| Jan. 01 | 744 | 200 | 43 | 2.2 | 73 | 66 | 66 | 1'098 |
| Feb. 01 | 672 | 237 | 59 | 4.2 | 102 | 93 | 93 | 1'191 |
| Mär. 01 | 744 | 286 | 48 | 7.5 | 84 | 75 | 75 | 1'266 |
| Apr. 01 | 720 | 343 | 63 | 7.7 | 110 | 99 | 99 | 1'364 |
| Mai. 01 | 744 | 398 | 86 | 16.6 | 147 | 133 | 133 | 1'497 |
| Jun. 01 | 720 | 398 | 74 | 16.5 | 128 | 115 | 115 | 1'612 |
| Jul. 01 | 744 | 402 | 84 | 20.1 | 144 | 130 | 130 | 1'743 |
| Aug. 01 | 744 | 381 | 91 | 20.5 | 158 | 144 | 144 | 1'887 |
| Sept. 01 | 720 | 304 | 55 | 12.5 | 95 | 84 | 84 | 1'971 |
| Okt. 01 | 744 | 293 | 81 | 13.7 | 139 | 127 | 127 | 2'098 |
| Nov. 01 | 720 | 205 | 35 | 3.6 | 58 | 52 | 52 | 2'150 |
| Dez. 01 | 744 | 199 | 45 | 0.6 | 75 | 68 | 68 | 2'218 |
| 2001 | 8'760 | 3'646 | 766 | 10.6 | 1'312 | 1'186 | 1'186 | 2'218 |

| | | | | | | | | |
|----------|-------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| Jan. 02 | 744 | 225 | 51 | 1.1 | 84 | 76 | 76 | 2'294 |
| Feb. 02 | 672 | 226 | 46 | 6.0 | 78 | 70 | 70 | 2'364 |
| Mär. 02 | 744 | 324 | 91 | 7.5 | 158 | 144 | 144 | 2'509 |
| Apr. 02 | 720 | 357 | 88 | 9.8 | 153 | 139 | 139 | 2'648 |
| Mai. 02 | 744 | 383 | 72 | 14.0 | 122 | 109 | 109 | 2'757 |
| Jun. 02 | 720 | 407 | 81 | 20.5 | 136 | 122 | 122 | 2'879 |
| Jul. 02 | 744 | 401 | 79 | 19.6 | 132 | 119 | 119 | 2'998 |
| Aug. 02 | 744 | 378 | 76 | 18.8 | 129 | 117 | 117 | 3'115 |
| Sept. 02 | 720 | 309 | 73 | 13.9 | 126 | 114 | 114 | 3'229 |
| Okt. 02 | 744 | 281 | 69 | 10.7 | 118 | 107 | 107 | 3'336 |
| Nov. 02 | 720 | 180 | 26 | 6.9 | 43 | 38 | 38 | 3'373 |
| Dez. 02 | 744 | 149 | 18 | 4.4 | 28 | 24 | 24 | 3'397 |
| 2002 | 8'760 | 3'620 | 770 | 11.1 | 1'308 | 1'179 | 1'179 | 3'397 |

| | | | | | | | | |
|----------|-------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| Jan. 03 | 744 | 201 | 37 | 0.9 | 60 | 54 | 54 | 3'450 |
| Feb. 03 | 672 | 247 | 57 | -1.1 | 93 | 84 | 84 | 3'534 |
| Mär. 03 | 744 | 323 | 108 | 7.7 | 188 | 173 | 173 | 3'707 |
| Apr. 03 | 720 | 362 | 90 | 10.1 | 156 | 142 | 142 | 3'849 |
| Mai. 03 | 744 | 387 | 76 | 15.6 | 130 | 117 | 117 | 3'966 |
| Jun. 03 | 720 | 434 | 89 | 23.8 | 150 | 135 | 135 | 4'101 |
| Jul. 03 | 744 | 424 | 82 | 21.4 | 137 | 123 | 123 | 4'224 |
| Aug. 03 | 744 | 392 | 100 | 24.0 | 167 | 152 | 152 | 4'376 |
| Sept. 03 | 720 | 331 | 94 | 15.8 | 161 | 148 | 148 | 4'524 |
| Okt. 03 | 744 | 269 | 52 | 7.6 | 89 | 79 | 79 | 4'603 |
| Nov. 03 | 687 | 216 | 43 | 5.9 | 72 | 65 | 65 | 4'667 |
| 2003 | 7'983 | 3'586 | 826 | 12.1 | 1'403 | 1'270 | 1'270 | 4'667 |

| GRUND | Y r | Y a | Y f | L s | L c | PR | n Feld | n Inv | n tot | Betr | Tp b | spez. Eftr. |
|------------|---------|---------------|------|------|------|------|--------|-------|-------|------|------|-------------|
| 2.04 | | | | | | | | | | [%] | [°C] | [kWh/kWp] |
| [kWp] | | [kWh/(kWp·d)] | | | | | | | | | | |
| 2000 | 2.27 | 1.93 | 1.74 | 0.19 | 0.34 | 0.77 | 0.117 | 0.901 | 0.106 | 100 | 31.6 | 506 |
| 2001 | 2.10 | 1.76 | 1.59 | 0.17 | 0.34 | 0.76 | 0.116 | 0.903 | 0.105 | 100 | 28.5 | 581 |
| 2002 | 2.11 | 1.76 | 1.58 | 0.17 | 0.35 | 0.75 | 0.115 | 0.901 | 0.104 | 100 | 29.5 | 578 |
| 2003 | 2.48 | 2.07 | 1.87 | 0.20 | 0.41 | 0.75 | 0.115 | 0.905 | 0.104 | 100 | 31.4 | 623 |
| März 00... | Nov. 03 | | | | | | | | | | | |
| mittel | 2.24 | 1.88 | 1.70 | 0.18 | 0.36 | 0.76 | 0.116 | 0.903 | 0.105 | 100 | 30.3 | 572 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-----|------|--|
| Jan. 01 | 1.40 | 1.15 | 1.04 | 0.11 | 0.25 | 0.74 | 0.114 | 0.904 | 0.103 | 100 | 18.8 | |
| Feb. 01 | 2.10 | 1.78 | 1.62 | 0.16 | 0.32 | 0.77 | 0.117 | 0.910 | 0.106 | 98 | 20.8 | |
| Mär. 01 | 1.55 | 1.33 | 1.18 | 0.15 | 0.22 | 0.76 | 0.118 | 0.889 | 0.105 | 100 | 22.0 | |
| Apr. 01 | 2.10 | 1.80 | 1.62 | 0.19 | 0.30 | 0.77 | 0.118 | 0.896 | 0.106 | 100 | 22.6 | |
| Mai. 01 | 2.78 | 2.32 | 2.10 | 0.22 | 0.46 | 0.76 | 0.115 | 0.904 | 0.104 | 100 | 31.8 | |
| Jun. 01 | 2.48 | 2.09 | 1.88 | 0.21 | 0.40 | 0.76 | 0.116 | 0.899 | 0.104 | 100 | 31.5 | |
| Jul. 01 | 2.70 | 2.28 | 2.06 | 0.22 | 0.42 | 0.76 | 0.117 | 0.904 | 0.105 | 100 | 36.3 | |
| Aug. 01 | 2.95 | 2.50 | 2.28 | 0.22 | 0.45 | 0.77 | 0.117 | 0.913 | 0.107 | 100 | 38.5 | |
| Sept. 01 | 1.82 | 1.55 | 1.38 | 0.17 | 0.27 | 0.76 | 0.117 | 0.892 | 0.105 | 99 | 29.4 | |
| Okt. 01 | 2.62 | 2.19 | 2.01 | 0.18 | 0.43 | 0.77 | 0.115 | 0.917 | 0.106 | 100 | 33.5 | |
| Nov. 01 | 1.18 | 0.95 | 0.85 | 0.11 | 0.23 | 0.72 | 0.112 | 0.890 | 0.099 | 99 | 18.7 | |
| Dez. 01 | 1.45 | 1.18 | 1.08 | 0.11 | 0.27 | 0.74 | 0.113 | 0.908 | 0.102 | 100 | 12.7 | |
| 2001 | 2.10 | 1.76 | 1.59 | 0.17 | 0.34 | 0.76 | 0.116 | 0.903 | 0.105 | 100 | 28.5 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-----|------|--|
| Jan. 02 | 1.63 | 1.33 | 1.20 | 0.13 | 0.30 | 0.74 | 0.113 | 0.902 | 0.102 | 100 | 20.9 | |
| Feb. 02 | 1.65 | 1.37 | 1.23 | 0.14 | 0.28 | 0.74 | 0.115 | 0.894 | 0.103 | 98 | 23.1 | |
| Mär. 02 | 2.92 | 2.49 | 2.28 | 0.21 | 0.43 | 0.78 | 0.118 | 0.916 | 0.108 | 100 | 26.3 | |
| Apr. 02 | 2.93 | 2.50 | 2.27 | 0.23 | 0.44 | 0.77 | 0.118 | 0.910 | 0.107 | 100 | 25.4 | |
| Mai. 02 | 2.32 | 1.94 | 1.73 | 0.21 | 0.39 | 0.74 | 0.115 | 0.894 | 0.103 | 100 | 30.6 | |
| Jun. 02 | 2.70 | 2.21 | 1.99 | 0.22 | 0.48 | 0.74 | 0.113 | 0.900 | 0.102 | 100 | 36.1 | |
| Jul. 02 | 2.54 | 2.09 | 1.88 | 0.21 | 0.45 | 0.74 | 0.114 | 0.899 | 0.102 | 100 | 35.8 | |
| Aug. 02 | 2.47 | 2.04 | 1.84 | 0.20 | 0.42 | 0.75 | 0.114 | 0.901 | 0.103 | 100 | 35.6 | |
| Sept. 02 | 2.44 | 2.05 | 1.86 | 0.19 | 0.39 | 0.76 | 0.116 | 0.909 | 0.106 | 100 | 32.1 | |
| Okt. 02 | 2.24 | 1.86 | 1.69 | 0.18 | 0.38 | 0.75 | 0.115 | 0.906 | 0.104 | 100 | 29.0 | |
| Nov. 02 | 0.87 | 0.71 | 0.62 | 0.09 | 0.16 | 0.71 | 0.112 | 0.869 | 0.097 | 100 | 22.9 | |
| Dez. 02 | 0.58 | 0.44 | 0.38 | 0.07 | 0.14 | 0.65 | 0.105 | 0.847 | 0.089 | 100 | 16.6 | |
| 2002 | 2.11 | 1.76 | 1.58 | 0.17 | 0.35 | 0.75 | 0.115 | 0.901 | 0.104 | 100 | 29.5 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-----|------|--|
| Jan. 03 | 1.19 | 0.95 | 0.85 | 0.10 | 0.24 | 0.71 | 0.111 | 0.893 | 0.099 | 100 | 16.9 | |
| Feb. 03 | 2.02 | 1.63 | 1.47 | 0.16 | 0.39 | 0.73 | 0.111 | 0.901 | 0.100 | 99 | 18.5 | |
| Mär. 03 | 3.47 | 2.98 | 2.74 | 0.24 | 0.49 | 0.79 | 0.118 | 0.920 | 0.109 | 100 | 27.1 | |
| Apr. 03 | 2.98 | 2.55 | 2.32 | 0.23 | 0.43 | 0.78 | 0.118 | 0.910 | 0.107 | 100 | 27.9 | |
| Mai. 03 | 2.46 | 2.05 | 1.85 | 0.21 | 0.40 | 0.75 | 0.115 | 0.899 | 0.104 | 100 | 31.5 | |
| Jun. 03 | 2.98 | 2.45 | 2.21 | 0.24 | 0.53 | 0.74 | 0.113 | 0.903 | 0.102 | 100 | 38.9 | |
| Jul. 03 | 2.65 | 2.17 | 1.95 | 0.23 | 0.48 | 0.73 | 0.113 | 0.896 | 0.101 | 100 | 37.2 | |
| Aug. 03 | 3.21 | 2.64 | 2.40 | 0.24 | 0.57 | 0.75 | 0.113 | 0.909 | 0.103 | 100 | 42.8 | |
| Sept. 03 | 3.13 | 2.64 | 2.41 | 0.23 | 0.49 | 0.77 | 0.116 | 0.913 | 0.106 | 100 | 35.2 | |
| Okt. 03 | 1.66 | 1.40 | 1.25 | 0.15 | 0.26 | 0.75 | 0.116 | 0.892 | 0.104 | 100 | 23.8 | |
| Nov. 03 | 1.47 | 1.22 | 1.09 | 0.13 | 0.25 | 0.74 | 0.115 | 0.892 | 0.103 | 100 | 23.7 | |
| 2003 | 2.48 | 2.07 | 1.87 | 0.20 | 0.41 | 0.75 | 0.115 | 0.905 | 0.104 | 100 | 31.4 | |