

## **SMART SKINS | KRAFTWERK SONNE IN DER ARCHITEKTUR MODERN HEIZEN UND KÜHLEN MIT UMWELTENERGIEN**

*Heizen und Kühlen für deutlich weniger als 1 Euro/m<sup>2</sup> und Jahr! Und das unter Nutzung der Ressourcen, die uns Mutter Natur jeden Tag kosten- und emissionsfrei beschert. Die im Jahre 2006 fertiggestellte Büro- und Betriebsstätte der Fa. Unimet wurde mit einem revolutionären Energiekonzept ausgestattet. Verzicht auf fossile Energieträger sowie architektonisch ansprechende Gestaltung – die Maxime beim Planungsstart des ambitionierten Unterfangens. Ein Rückblick auf 12 Jahre Betrieb.*

*Der Bauherr: für mich war immer klar, der einzige Rauch der die Halle verlässt, stammt vom Schweißen und selbst dieser wird gefiltert.*

Der Begriff Solartechnik wird mittlerweile fast ausschließlich mit Photovoltaik (PV) assoziiert. Zu Unrecht, wie der folgende Beitrag zeigt. Wird bei der PV elektrischer Strom erzeugt, ist dies bei der Solarthermie (ST) Wärme, in Form von Warmwasser oder -luft. Unbestritten hat jede Technik ihre Vor- und Nachteile. Die ST punktet beim Wirkungsgrad. 60% und mehr werden erzielt und in nutzbare Wärmeenergie umgesetzt. Die PV erreicht knapp 20%, erzeugt aber die Edelenergie Strom, die bekanntlich in jede andere Energieform wandelbar ist. Speicherkosten sind bei der ST deutlich geringer. So sind bei der ST je kWh Wärme ca. 10 bis 30 Euro zu berappen, während Speicherkosten für Li-Ionen Akkus mit dem hundertfachen und mehr zu Buche schlagen. Werbung zu modernen Heizkonzepten zielt verstärkt auf Wärmepumpentechnik ab und wird als optimal in Verbindung mit PV propagiert. Untermauert wird dies durch Jahresbilanzdenken.  $\frac{3}{4}$  macht die Umwelt und nur  $\frac{1}{4}$  Strom ist einzusetzen und dieses Viertel hol ich mir aus der PV, so die weit verbreitete Denkweise, selbst unter Solarfachleuten. Ein Irrweg, wie sich anschaulich durch Grafik 3 und unter Berücksichtigung der saisonalen Verschiebung von Solarangebot und -nachfrage zeigen lässt. Mittlerweile als ‚saisonale Illusion‘ in der Fachpresse wiederholt beschrieben. Der nüchterne Blick zeigt:  $\frac{5}{6}$  der solaren Ernte wird in den Sommermonaten eingefahren, während  $\frac{5}{6}$  des Heizbedarfs in den Wintermonaten anstehen. An sinnvoller Verschiebung (Speicherung) von Energie führt kein Weg vorbei, sollen die gesteckten Klimaschutzziele bis 2030 bzw. 2050 auch nur annähernd erreicht werden. Mehr als 75% eines Durchschnittshaushaltes wird für Raumwärme aufgewandt. Mit Berücksichtigung von Warmwasser resultieren stattliche 87% Wärmeerzeugung. Der großflächige und ausschließliche Einsatz von Wärmepumpen ließe das Stromnetz kollabieren, da selbst die energieeffizienten erdgebundenen Elektro-Wärmepumpen bei durchschnittlichen Jahresarbeitszahlen (JAZ) von 4 noch mit 25% elektrischen Strom ‚beigefüttert‘ werden müssen. Strom- und Speicherkapazitäten, die künftig für die E-Mobilität bereitgestellt werden müssen. Es geht nicht darum die eine Technik gegen die andere auszuspielen. Es geht vielmehr um sinnvolle Kombinationen dieser vorzüglichen Techniken, die zu Energieeffizienz, CO<sub>2</sub>-Neutralität und Versorgungssicherheit führen. Das vorgestellte Projekt hat diesbezüglich vor mehr als 12 Jahren die Weichen in diese Richtung gestellt. Umfangreiches Monitoring lässt mit erstaunlichen Kennzahlen aufhorchen.

Ungenach, nicht zu verwechseln mit ‚Ungemach‘, ist ein beschauliches Dorf am Rande des Salzkammerguts in Oberösterreich. Idyllisch gelegen, gibt der Blick gegen Süden die Sicht auf die unweit thronende Alpenkette frei. Man befindet sich in der Region des Alpenvorlands, wo Berge und Seen verschmelzen, den Naturliebhaber zum Wandern wie zum kühlen Bad einladen. Keineswegs auf der Achse einer Hauptverkehrsverbindung gelegen, verirrt man sich zum Betriebsgelände der Unimet Metallbau nur

‚by intension‘. Bereits der mit PV-Modulen bestückte und der Sonne nacheilende Turm, Blickfang im Eingangsbereich, signalisiert dem Besucher, dass neben gängigen Metallbauleistungen auch ein großes Maß an Innovationskraft offeriert wird.

Eine Besonderheit, deren Nutzung sich dem Betrachter erst auf den zweiten Blick erschließt, ist unaufdringlich und architektonisch ansprechend in die Südfassade des Gebäudes eingebettet. Thermische Solarabsorber, nicht als Vorsatzschale sondern vollkommen in die P/R- Fassade integriert, treiben dort seit Jahren äußerst erfolgreich ihr aktives, energetisches ‚Unwesen‘.

Das patentierte Konzept zeigt die energetische Nutzbarmachung erneuerbarer Ressourcen, Wandlung der solaren Energie in der Gebäudehülle, grundsätzlich nicht neu im herkömmlichen Sinne, aber die Kombination aus eingesetzten und bewährten Techniken in ihrer optimierten Form, ist das, was hier punktet.

In den Flachkollektoren, die im bivalenten Betrieb gefahren werden, wird neben Wasser auch Luft erwärmt. Luft, die die Absorber umstreicht und als Niedertemperaturwärme der Hallenluft zugeführt wird. Weitere wesentliche Systemkomponenten bilden Wärmepumpe, Entnahme- und Schluckbrunnen als Reservoir zum Heizen und Kühlen, Pufferspeicher, Wärmetauscher und Umwälzpumpen.

Nach zehnjähriger Betriebserfahrung zieht der Bauherr und Entwickler der Unipower Pro Energiefassade, Adolf Starlinger, ein ausgesprochen positives Resümee. Über die Jahre hat sich die hervorragende Performance der Anfangszeit dauerhaft bestätigt.

Adolf Starlinger:

*Ökologisch nachhaltige Lösungen in einem ökonomisch schwierigen Umfeld, mit technisch anspruchsvoller Umsetzung, war von Anfang an unser Credo. Neue und komplexe Lösungen testen wir lieber umfassend selbst, bevor wir sie für unsere Kunden umsetzen. Wir wählen unsere Partner mit Bedacht, da ihre Expertise das Endergebnis maßgebend bestimmt und kooperieren auf Augenhöhe. Am Ende stehen Lösungen, die wir voller Überzeugung und mit ruhigem Gewissen beim Kunden umsetzen. Lösungen, die technische Premiumqualität aufweisen, langlebig sind und dem Kunden Freude machen.*

### **Der Energiewandler – Aufbau und Spezifika**

Der Abschluss nach außen, der auch die Regendichtheit und erforderliche Akustik sicherstellt, wird durch eine hochtransparente und vorgespannte Weißglasscheibe gebildet. Die Absorber, unkonventionell aus extrudiertem Aluminium hergestellt, sind schwarz beschichtet. Diese Oberflächenveredlung ist dauerhaft, ohne visuell und thermisch zu degradieren. Die Oberfläche wird durch eine Textur mit Tiefenstruktur deutlich vergrößert, um so den Energieübertrag zu maximieren. Die Art der Fertigung – bedingt durch den Strangpressprozess – ist hochpräzise. Absorbertechnik, die auch dem ästhetisch-kritischen Auge standhält und nicht trickreich versteckt werden muss. Die Ausgestaltung der ‚Flügelform‘ mit integrierter Wasserführung wurde nach thermischen Gesichtspunkten optimiert. Der Masseneinsatz von Aluminium ist auf ein Minimum reduziert. Die Aufnahme des wasserführenden Rohrs im Extrusionsprozess reduziert die Übergangsverluste, wie sie üblicherweise bei herkömmlichen Kupferabsorbern auftreten. Die Bearbeitung der Absorbierenden erfolgt durch Spezialdreh- und Fräswerkzeuge, die wasserhydraulischen Verbindungen werden mittels gängiger und erprobter Pressverbindungen hergestellt.

Dieser Aufbau ermöglicht Absorberlängen, die sich über zwei Geschosse und mehr erstrecken.

Händelbarkeit und die großen thermischen Temperaturgänge begrenzen die Längen auf ein Maß von ca. 7m. Das Breitenmaß der P/R-Fassade lässt sich flexibel gestalten. Das Konzept ist auf den Niedertemperaturbereich optimiert. Hohe Stillstandstemperaturen werden vermieden, zum einen durch

die vertikale Orientierung in der Fassade (reduzierte Einstrahlung im Sommer auf vertikale Fassaden), zum anderen durch die höhere Emissivität der Beschichtung. Geringere maximale Temperaturen erhöhen die Lebensdauer, da sie für die einzelnen Komponenten weniger dauerhafte thermische Lasten bedeuten.

### **Das Konzept**

An vorderster Stelle stand ein ambitioniertes Anforderungsprofil:

- Thermischer Kollektor und Fassade verschmelzen zu einer Einheit
- Das optische Erscheinungsbild genügt architektonischen Ansprüchen
- Die Fassade liefert einen Großteil der Heizenergie
- Das Konzept sieht den völligen Verzicht von fossilen Brennstoffen für die Beheizung/Kühlung vor
- Erfüllung sämtlicher bauphysikalischen Anforderungen
- Keine nennenswerten Wärmelasteinträge im Sommer
- Ausbildung als duales System um Niedrigtemperaturwärme nutzbar zu machen und Reaktionszeiten des Systems zu erhöhen
- Kühlung im Sommer
- Minimale Wartung
- Schonender Anlagenbetrieb
- Speichermassennutzung durch Betonkernaktivierung
- Vernünftige Kosten-Nutzen Relation

### **Der Winterfall**

Die Kollektoren absorbieren die Sonnenenergie und verteilen diese auf einen Wasser- und Luftkreislauf. Der Wasserkreis beschickt einen 6400 l Pufferspeicher. Als großer Quasispeicher dient die 250mm starke temperaturaktivierte Bodenplatte. Bereits Ende August werden die solaren Erträge über den Wasserkreislauf in die Bodenplatte eingebracht. Die vertikale Fassadenintegration begünstigt die solaren Ausbeuten im Winter. Selbst Zeiten schwacher Einstrahlung werden genutzt. Die dann erzielbare Absorbiertemperatur reicht immer noch aus, um Luft zu erwärmen, die über Plattenwärmetauscher der Halle zugeführt wird. Die mechanische Belüftung mit einem Luftstrom von 4000m<sup>3</sup>/h sorgt für ständige Lufterneuerung. Längere Schlechtwetterperioden mit Heizbedarf werden mit einer Wärmepumpe überbrückt.

### **Der Sommerfall**

Im Sommer werden die Kollektoren, falls nicht gerade Brauchwasser erwärmt wird, im Stillstand betrieben. Die vertikale Fassade minimiert die Einträge durch die hochstehende Sonne. Die großzügig bemessene Dämmdicke des Kollektors stellt neben einem guten Wirkungsgrad auch den sommerlichen Wärmeschutz sicher. Die Oberflächentemperaturen auf der Raumseite entsprechen in etwa der Raumtemperatur. Entnahme- und Schluckbrunnen werden zur Luftkühlung eingesetzt. Das garantiert auch im Sommer moderate und komfortable Innentemperaturen. Ein nicht zu unterschätzender Faktor, wirkt er sich doch direkt auf die Produktivität und das Wohlbefinden der Mitarbeiter aus.

Zur optimalen Regelung der Energieflüsse greift das System auf ein ausgeklügeltes Steuerungskonzept zurück. Die erfolgreiche Umsetzung ist nicht zuletzt der Expertise der verschiedenen Projektpartner zu verdanken.

Sonnenenergie und Tageslichtversorgung werden vorbildlich in der Komponente P/R-Fassade gemanagt und zwar bevor Wärme schädlich im Innenraum wirksam wird und aufwändig rausgekühlt werden muss.

### **Bautechnische Größen**

Gebäude

- Länge: 70m
- Breite: 25m
- Höhe: ca. 7m
- Achsraster P/R-Fassade: 1,4m

Produktionsfläche: 1400m<sup>2</sup>

Bürofläche: 200m<sup>2</sup>

Heizleistung: 100kW ( 81kW Produktionsbereich, 19kW Büros und Werkstatt)

Solarfassade

- 16x Kollektoren, je 6m Höhe und 1,4m Breite
- Kollektoraperturfläche: ca. 134m<sup>2</sup>
- Absorberfläche: 130m<sup>2</sup>

### **Das Resultat**

Die Erwartungen wurden um Längen übertroffen. Und das mittlerweile im zwölften Jahr. Kompetente Teamplayer des Austrian Solar Innovation Center (ASIC) und der GEA Wärmetechnik zeichnen ebenso für die erfolgreiche Umsetzung verantwortlich, wie der Bauherr selbst. Innovation heißt immer auch Investition in die Zukunft mit ungewissem Ausgang. Nun, in dieser Hinsicht zeichnet sich bei den Beteiligten eine gewisse und wohltuende Tiefenentspannung ab.

Das Ergebnis ist verblüffend:

Das 10-Jahresmittel an Stromverbrauch für Wärme- und Umwälzpumpen ist kleiner als 15.000 kWh/a

Auf die Nutzfläche bezogen bedeutet das:

< 9,4kWh/m<sup>2</sup>/a

Vergleicht man das mit einem konventionellen Heizsystem auf Ölbrennerbasis und einem Verbrauch von 10 l pro m<sup>2</sup> und Jahr, resultieren daraus 16.000 l Heizöl pro Jahr Vergleichsmenge.

Der geübte Rechner ermittelt hieraus umgehend den erforderlichen monetären Einsatz, der trotz des momentan günstigen Ölpreises ein Vielfaches der Stromrechnung ausmacht. Ganz zu schweigen von der CO<sub>2</sub> Einsparung für ca. 160.000 l Öl in zehn Jahren Betrieb, die zu annähernd 500 t führt.

### **Wartung, ein Thema?**

10 Jahre störungsfreier Betrieb mit minimalstem Wartungsaufwand, der sich beschränkt auf:

- 1x Reinigung der Glasfassade
- 2x Luftfiltertausch
- 1x Tausch der Röhreneinheit des Wasser-Luft-Tauschers

Trotz der Aktivierung der Gebäudehülle sind die Wartungskosten kaum nennenswert. Herkömmliche Brennersysteme bewegen sich da in einem anderen Kostenrahmen. Bauteilabnutzungen aufgrund thermischer Wechselbelastung sind auch nach der jüngsten Inspektion nicht erkennbar.

### **Und nach der Nutzung?**

Aluminium ist energieintensiv in der Herstellung. Als wesentliches Konstruktionsmaterial aus modernen Fassadenkonzepten aber nicht wegzudenken. Umso gewichtiger kristallisieren sich hier die Vorteile von Langzeitstabilität und guter Recyclbarkeit bei hoher Wertbeständigkeit. Faktoren, die häufig übersehen werden.

### **Einsatzbereich**

Die Unipower Pro Energiefassade qualifiziert sich für den Einsatz im Objektbereich, Industrie, Gewerbe, Hallenbau, Sportstätten etc. Der Aufbau und die Einbettung in die P/R-Fassade ermöglichen eine hohe Flexibilität bei Höhenquoten und Achsrastern.

### **Ausblick**

Fragt man den Bauherrn, was er denn mit der heutigen Betriebserfahrung besser machen würde, fallen spontan folgende Punkte:

- Berücksichtigung einer außen liegenden Beschattung auf dem Satteloberlichtband (ohne Verschattung spürbar hohe Wärmelasteinträge im Sommer)
- Erhöhung der Speichermasse der Bodenplatte durch stärkere Ausführung
- Integration von Photovoltaik für Wärme- und Umwälzpumpenbetrieb

Das Potential der Unipower Pro Energiefassade ist damit längst nicht ausgereizt.

Die Konstruktion der P/R-Fassade, die lediglich das Loch´ in der Wand benötigt, kann zusätzlich zur

- Gebäudeintegrierten Einbindung von Solarzellen (GIPV)
- Tageslichtversorgung
- Frischluftzufuhr
- Aufnahme von Sonnenschutzvorrichtungen
- und mehr

genutzt werden. Neben der aktiven werden auch die passive Energieversorgung sowie die hohe Qualität an Tageslichtversorgung sichergestellt. Komfort, nachhaltiger Umgang mit der Ressource Energie und Sicherheit werden zu einem Ganzen verwoben, zum Vorteil von Nutzer und Investor.

### **Projektbeteiligte**

- Bauherr und Entwickler: Unimet Metallverarbeitung GmbH & Co KG, Ungenach
- Malli Energietechnik, Vöcklabruck
- ASIC, Austria Solar Innovation Center, Wels
- Denco Happel Austria GmbH (ehemals GEA), Gaspoltshofen

**Autor**

Dipl.-Phys., Ing. Manfred Starlinger

ims Ingenieurleistungen

Manfred Starlinger

Planungsbüro für energetisch aktive und passive (Sekundär)-Fassaden

[www.ims-plan.com](http://www.ims-plan.com)

**Entwickler und Bauherr**

Adolf Starlinger

Unimet Metallverarbeitung GmbH & Co KG

Planungs- und Fertigungsbetrieb für hochwertigen Metallbau, Sonnenschutz und Energiefassaden

[www.unimet.at](http://www.unimet.at)

Bilder 1-5 : P/R – Fassade mit integrierten thermischen Kollektoren im Wechsel mit Tageslichtflächen

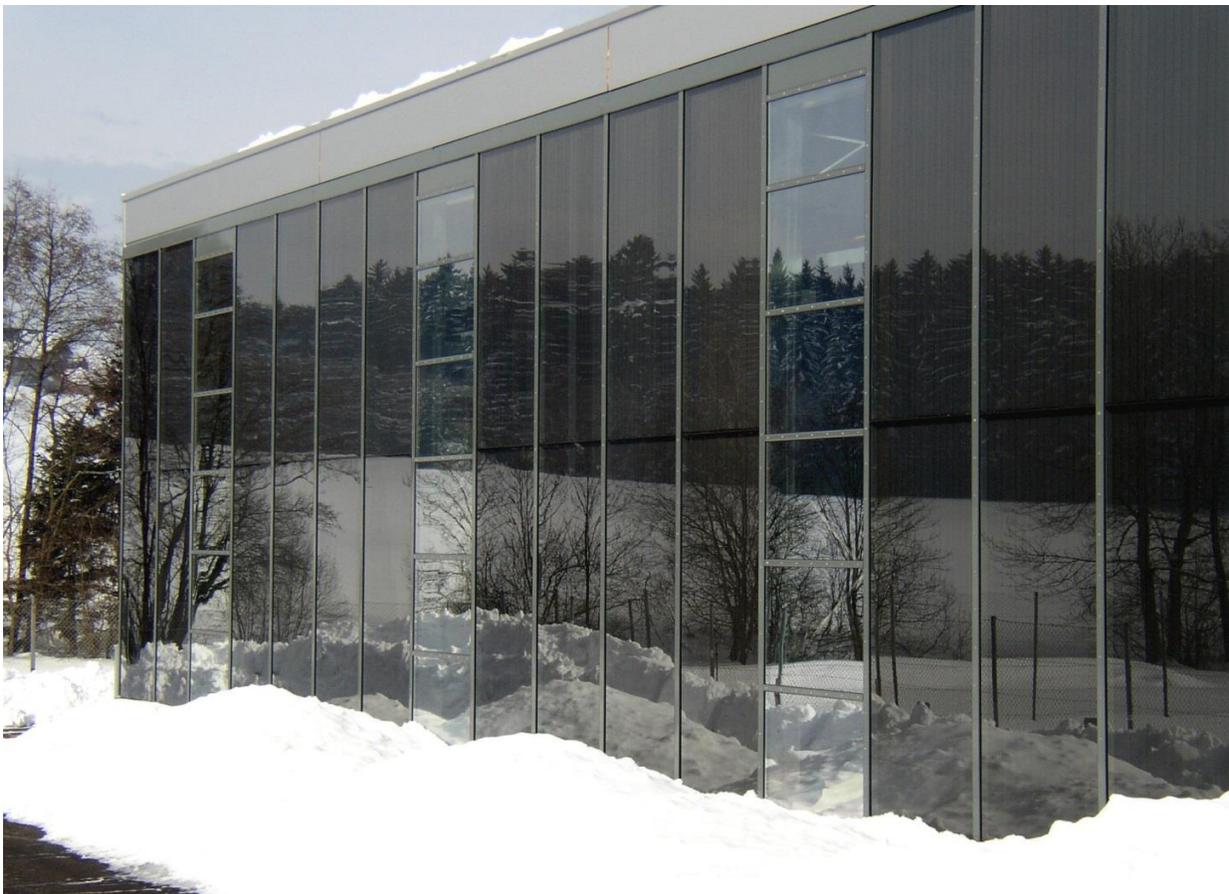


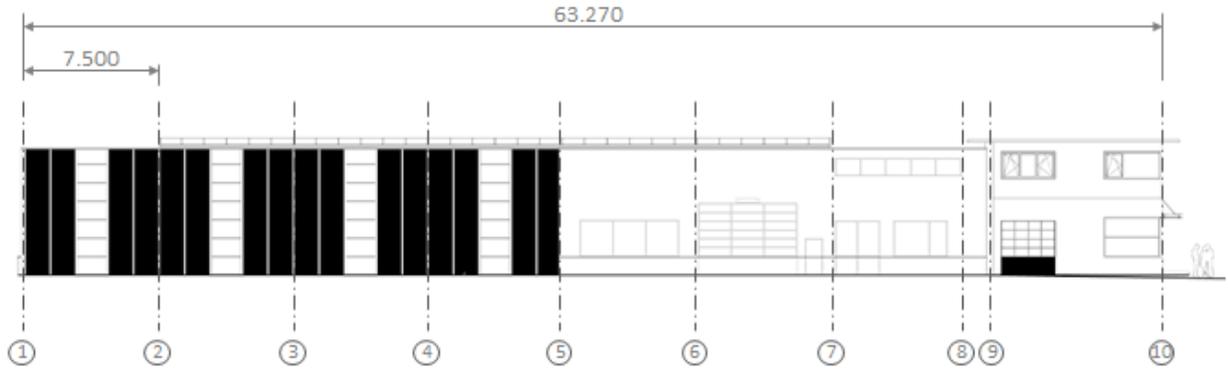




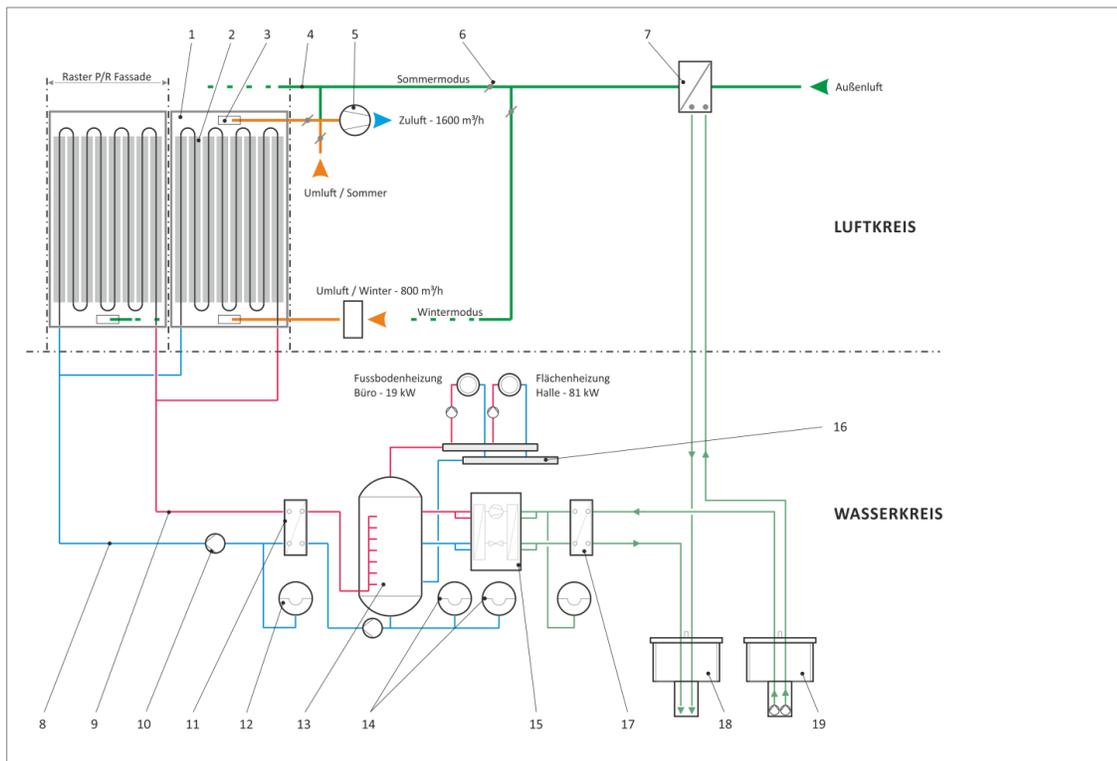
Bild 6: Luftkreis mit Heiz-/Kühlregister



Grafik 1: Ansicht der Gebäudesüdfassade



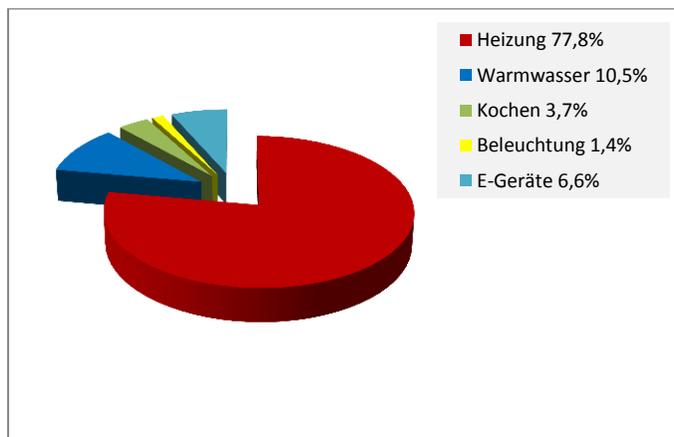
Grafik 2: Vereinfachtes Schaltschema des bivalenten Fassadenkollektors



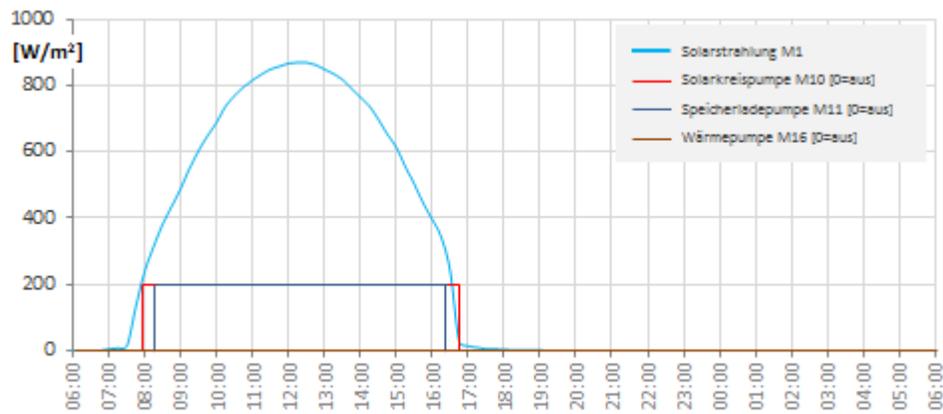
## Legende

- 1... Thermischer bivalenter Fassadenkollektor
- 2... Thermische Absorbereinheit
- 3... Luftkanalanschluss
- 4... Luftkanalsystem, kaskadiert
- 5... Zuluft Auslass, Ventilator schallgedämpft
- 6... Schaltbare Klappen im Luftkanal
- 7... Heiz- / Kühlregister, Luftvorwärmung bzw. -kühlung über Brunnenwasser
- 8... Primärwasserkreis, Vorlauf
- 9... Primärwasserkreis, Rücklauf
- 10... Umwälzpumpe
- 11... Plattenwärmetauscher
- 12... Ausdehnungsgefäß
- 13... Schichtladespeicher – 6400 l
- 14... Ausdehnungsgefäß
- 15... Wärmepumpe – Kühlleistung: 81 kW, Heizleistung: 112 kW
- 16... Heizkreisverteiler
- 17... Plattenwärmetauscher – 81 kW
- 18... Schluckbrunnen
- 19... Entnahmebrunnen

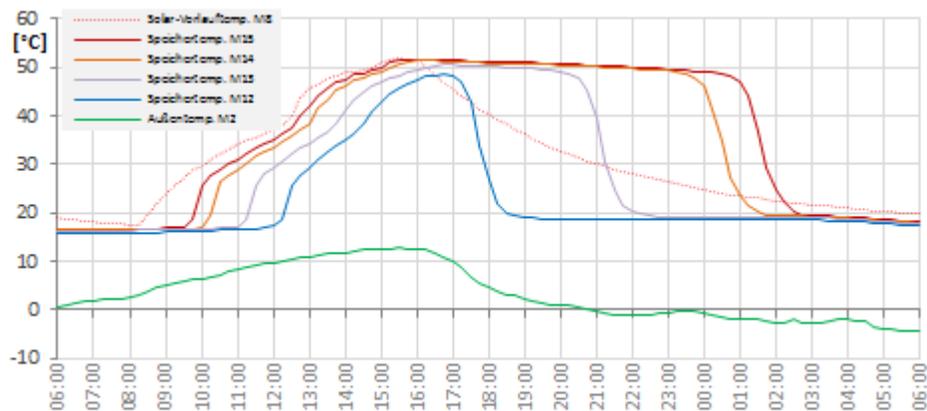
Grafik 3: Durchschnittlicher Energieverbrauch privater Haushalte



Grafik 4: Einstrahlung auf die Südfassade und Pumpenschaltzeiten für sonnigen Tag - 1.11.2015



Grafik 5: Schichtspeicherbe- und -entladung für sonnigen Tag - 1.11.2015 – ganztägige, reine solare Heizenergieversorgung



Grafik 6: Gesamtkostenübersicht pro Jahr aller elektrischen Verbraucher für das Heizsystem (Wärmepumpe, Umwälzpumpen, Steuerung, Ventilatoren etc.)

