

UNIMET , UNGENACH | PRAXISBERICHT

SMART SKINS | FASSADEN DER EXTRAKLASSE
MULTIVALENTE ENERGIEFASSEDE

SC – UNIPOWER PRO

HEIZEN UND KÜHLEN FÜR WENIGER ALS 1 EURO/M²·A

AESTHETICS MEETS GREEN ENERGY

Projekt: Unimet GmbH & Co KG

Projektort: Ungenach, OÖ

Nutzungsart: Büro- und Produktionsgebäude

Bauherr und Entwickler: Unimet Metallbau
GmbH & Co KG, Ungenach

Architekten: S+C, Weyregg

Projektpartner:

- Malli Energietechnik, Vöcklabruck

- ASIC, Austria Solar Innovation Center, Wels

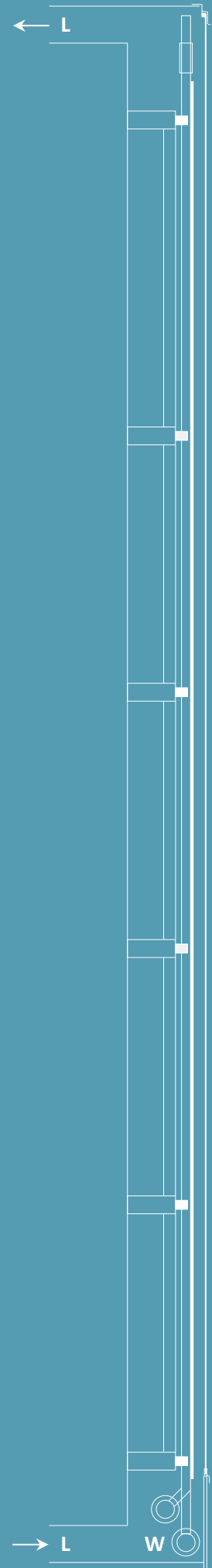
- Denco Happel Austria GmbH, ehemals GEA,
Gaspoltshofen

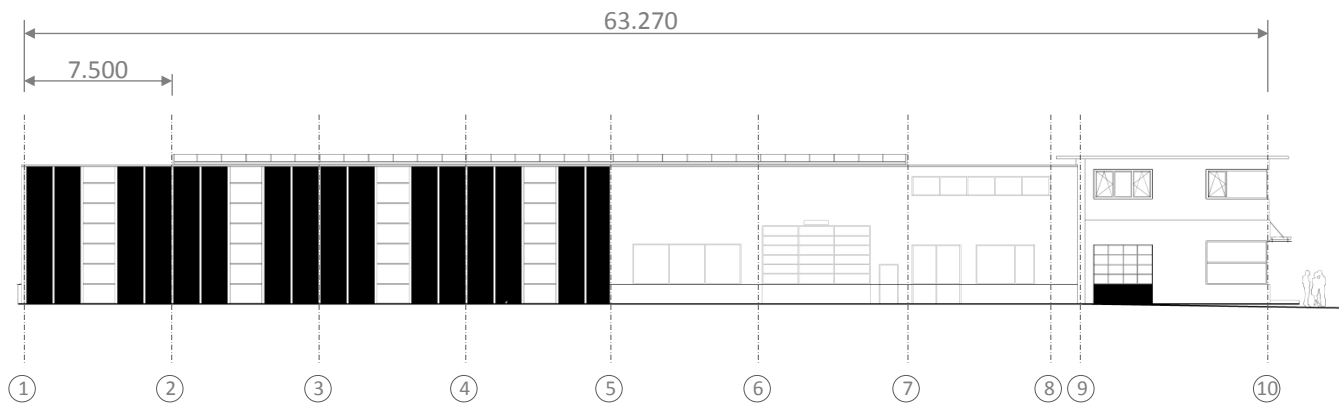
INHALT

▪ Systemmerkmale	03
▪ Hallenzeichnungen, bautechnische Größen	04
▪ Motivation, Konzept	05
▪ Abbildungen	06
▪ Aufbau, Anforderungsprofil	07
▪ Schaltschema	08
▪ Monitoring, Messpunkte	10
▪ Betrieb – 14.11.2016 Aufzeichnung und Kommentierung	12, 13
▪ Betrieb – 21.07.2015 Aufzeichnung und Kommentierung	14, 15
▪ Betrieb – 01.11.2015 Aufzeichnung und Kommentierung	16,17
▪ Betrieb – 27.01.2015 Aufzeichnung und Kommentierung	16, 17
▪ Wartung	17
▪ Ergebnisse	18, 19

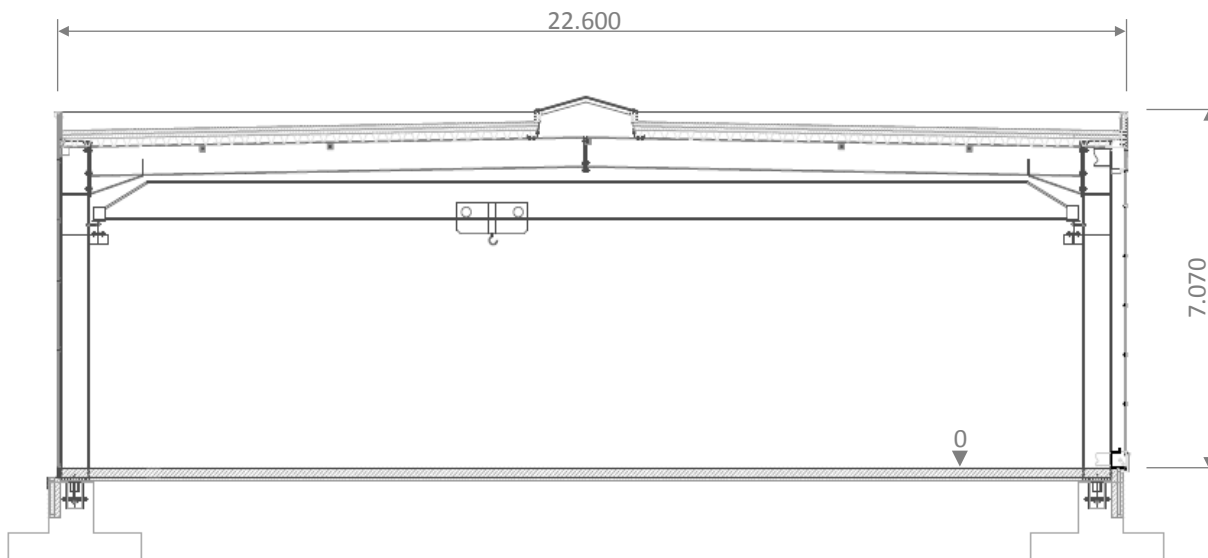
SYSTEMMERKMALE

- Ausbildung als duales Luft-Wasser-System um Niedrigtemperaturwärme nutzbar zu machen und Reaktionszeiten des Systems zu verbessern
- Thermischer Kollektor und Fassade verschmelzen zu einer Einheit
- Das optische Erscheinungsbild genügt architektonischen Ansprüchen
- Die Fassade liefert einen Großteil der Heizenergie
- Integration der Lüftung mit Zulufterwärmung im Winter und Kühlung im Sommer
- Tageslichtflächen sind integraler Bestandteil des Gesamtkonzepts
- Völliger Verzicht auf fossile Brennstoffe für die Beheizung und Kühlung
- Erfüllung sämtlicher bauphysikalischer Anforderungen
- Keine nennenswerten Wärmelasteinträge im Sommer
- Keine Einschränkung der Betriebszeiten durch mögliche Schneeablagerungen im Winter
- Schonender Anlagenbetrieb, geringe Stillstandstemperaturen durch vertikalen Einbau
- Speichermassennutzung durch Betonkernaktivierung
- Minimale Wartung
- Langlebigkeit
- Ausgewogenes Kosten-Nutzen-Verhältnis





Ansicht Südfassade - Thermische Absorberflächen wechseln sich mit Tageslichtelementen ab.



Gebäudeschnitt - Zentral angeordnet ist das Oberlicht zur symmetrischen Tagesbelichtung.

BAUTECHNISCHE GRÖSSEN & SONSTIGE FAKTEN

▪ Gebäude

Länge: 64,8m

Breite: 22,6m

Höhe: 7,1m

Achsraster P/R-Fassade: 1,5m

Produktionsfläche: 1.400m²

Bürofläche: 200m²

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

Inbetriebnahme: Januar 2006

▪ Solarfassade

16 Stk. Kollektoren, P/R - integriert

Kollektorhöhe: 6,0m

Kollektorbreite: 1,4m

Kollektor-Aperturfläche: 134m²

Absorberfläche: 130m²

Heizen und Kühlen für weniger als 1 Euro/m² und Jahr! Und das unter weitgehender Nutzung der Ressourcen, die uns Mutter Natur jeden Tag kosten- und emissionsfrei beschert. Was der Bauherr und Entwickler, Adolf Starlinger, seit Jahren am eigenen Portemonnaie abliest, wird in dem vorliegenden Praxisbericht mit Fakten und Daten belegt. Ein umfangreiches Monitoring mit Datenaufzeichnung, das vom ersten Tag der Inbetriebnahme der Energiefassade seine Arbeit aufnahm, liefert bis zum heutigen Tag sämtliche hochauflösenden Betriebsdaten. Das Material füllt mittlerweile Aktenordner an ausgelesenen Sensorkurven und Messwerttabellen.

Der vorliegende Bericht skizziert den Anlagenbeschrieb, stellt das neuartige Konzept der Nutzung thermischer Solarenergie vor, das über den bivalenten thermischen Betrieb, Wasser und Luft, die Energieausbeute zu niedrigen Temperaturen erhöht und zeigt exemplarisch typische Tagesverläufe relevanter Messgrößen.

Er richtet sich an all jene, die als Bauherren, Architekten, Fachplaner oder schlicht an der Thematik Interessierte, neue und unkonventionelle Wege in der Wärme- und Kälteerzeugung, vorrangig kommerzieller Gebäude, gehen wollen und dabei auf die Sicherheit von belastbarem Datenmaterial zur Auslegung und Anlagenperformance zurückgreifen möchten.

MOTIVATION

Es hätte auch eine 08/15 Halle getan. Ein typischer, gewerblich genutzter Bau mit konventioneller TGA, um dort Administration und Maschinenpark des im Jahr 1996 gegründeten Metallbauunternehmens UNIMET unterzubringen. Stattdessen entschied sich der Bauherr, zur Beheizung und Kühlung seiner neuen Räumlichkeiten, für ein revolutionäres Konzept. Die Grundidee, die Sonne zu nutzen und ihre unerschöpfliche Energie anzupapfen, ist nicht neu. Neu ist hingegen der gewählte Ansatz. Der Bauherr war beseelt von dem Gedanken, seine im Jahre 2006 bezogene Betriebsstätte regenerativ zu beheizen, unter Verzicht auf Nutzung fossiler Brennstoffe. Jahre zuvor begannen bereits die erforderlichen Entwicklungsarbeiten. Das Ziel war klar formuliert, eine architektonisch gelungene Bauteilintegration, langlebig und wartungsarm, energie-minimierend aber gleichzeitig keine Wünsche an Komfort und Raumkonditionen offenlassend. Und das bei ausgewogenem Kosten-Nutzen-Verhältnis.

Nach 10-jährigem Betrieb darf konstatiert werden, dass dieses Ziel um Längen übertroffen wurde.

Der Bauherr:

Für mich war immer klar, der einzige Rauch der die Halle verlässt, stammt vom Schweißen – und selbst dieser wird gefiltert.

KONZEPT

Thermische Solarkollektoren, architektonisch anspruchsvoll in die Südfassade integriert, stellen die Primärkomponente zur Hallenbeheizung dar. Schlechtwetterperioden werden mit einer Wärmepumpe abgedeckt. Ein ausreichend dimensionierter Schichtladespeicher in Verbindung mit der thermisch aktivierten Betonbodenplatte sowie eingebundene Brunnenwassernutzung, lassen nicht nur Wärme sondern auch Kälte für heiße Sommertage entstehen. Entgegen der üblichen Aufsatzkonstruktion, sind die thermischen Kollektoren in die P/R-Fassade eingebettet und bilden damit ein energieaktives Bauteil, das den Innen- vom Außenbereich trennt und alle sonstigen bauphysikalischen Anforderungen einer Primärfassade erfüllt. Kollektorflächen wechseln sich optisch mit Tageslicht- und Belüftungsöffnungen ab. Die P/R-Fassade mutiert dabei zum Licht-, Luft- und Energiemanager. Sie lässt sich modulartig und hochflexibel gestalten.

Eine weitere Besonderheit steckt im Kollektoraufbau. Er wird bivalent, mit Wasser und Luft, betrieben. Idee: An Tagen, an denen das solare Angebot zur Beschickung des Ladespeichers nicht ausreicht, erzeugt der Kollektor trotzdem Lufttemperaturen, die zur Hallenbeheizung genutzt werden. Die Kollektorbauweise erhöht damit die energetische Ausbeute zu niedrigen Temperaturen hin.

Für das effiziente Zusammenwirken der verschiedenen Komponenten sorgt eine ausgeklügelte Steuerung & Regelung.



Energiefassade – Thermie- und Tageslichtelemente im Wechsel



P/R-Fassade während der Montage

AUFBAU | ANFORDERUNGSPROFIL

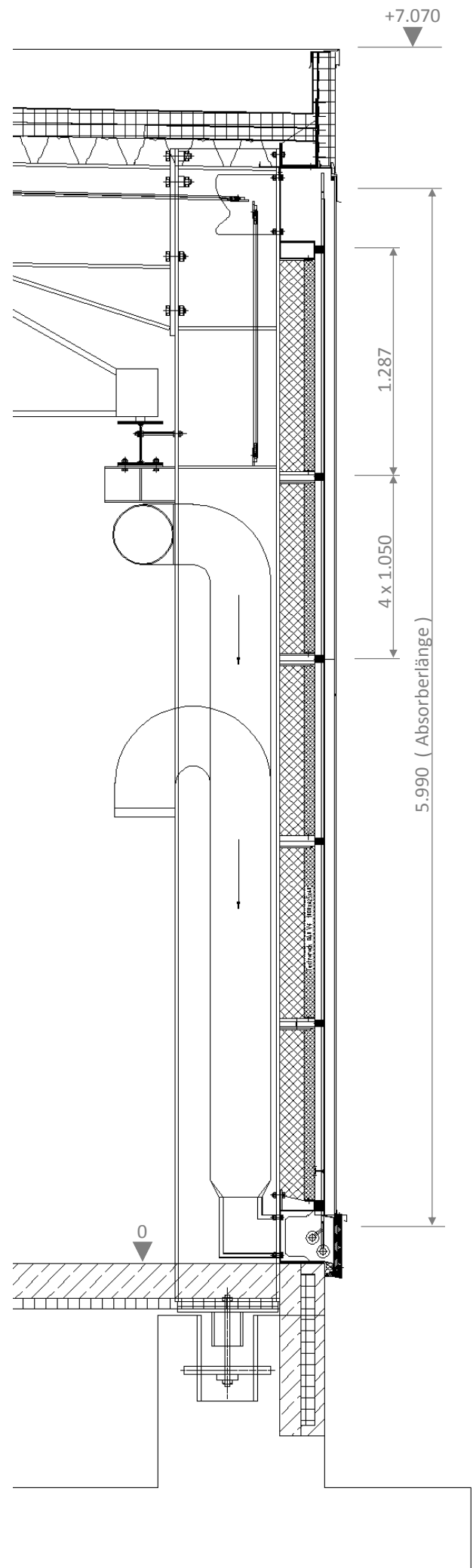
Den Abschluss nach außen, der auch die Regendichtheit und Akustik sicherstellt, bildet eine hochtransparente und vorgespannte Weißglasscheibe. Die Absorber, aus extrudiertem Aluminium, sind schwarz eloxiert. Diese Oberflächenveredlung ist dauerhaft, ohne visuell und thermisch zu degradieren. Die Oberfläche wird durch eine Textur mit Tiefenstruktur deutlich vergrößert, um so den Energieübertrag zu maximieren. Die 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.

Dieser Aufbau ermöglicht Absorberlängen, die sich über zwei Geschosse und mehr erstrecken können. Händelbarkeit und die großen thermischen Temperatürgänge begrenzen die Längen auf ein sinnvolles Maß von ca. 7m. Das Breitenmaß der P/R-Fassade lässt sich flexibel gestalten. Der Kollektoraufbau ist auf den Niedertemperaturbereich optimiert. Hohe Stillstandstemperaturen werden durch die vertikale Orientierung in der Fassade vermieden - reduzierte Einstrahlung im Sommer - was sich positiv auf die Lebensdauer der Bauteile auswirkt.

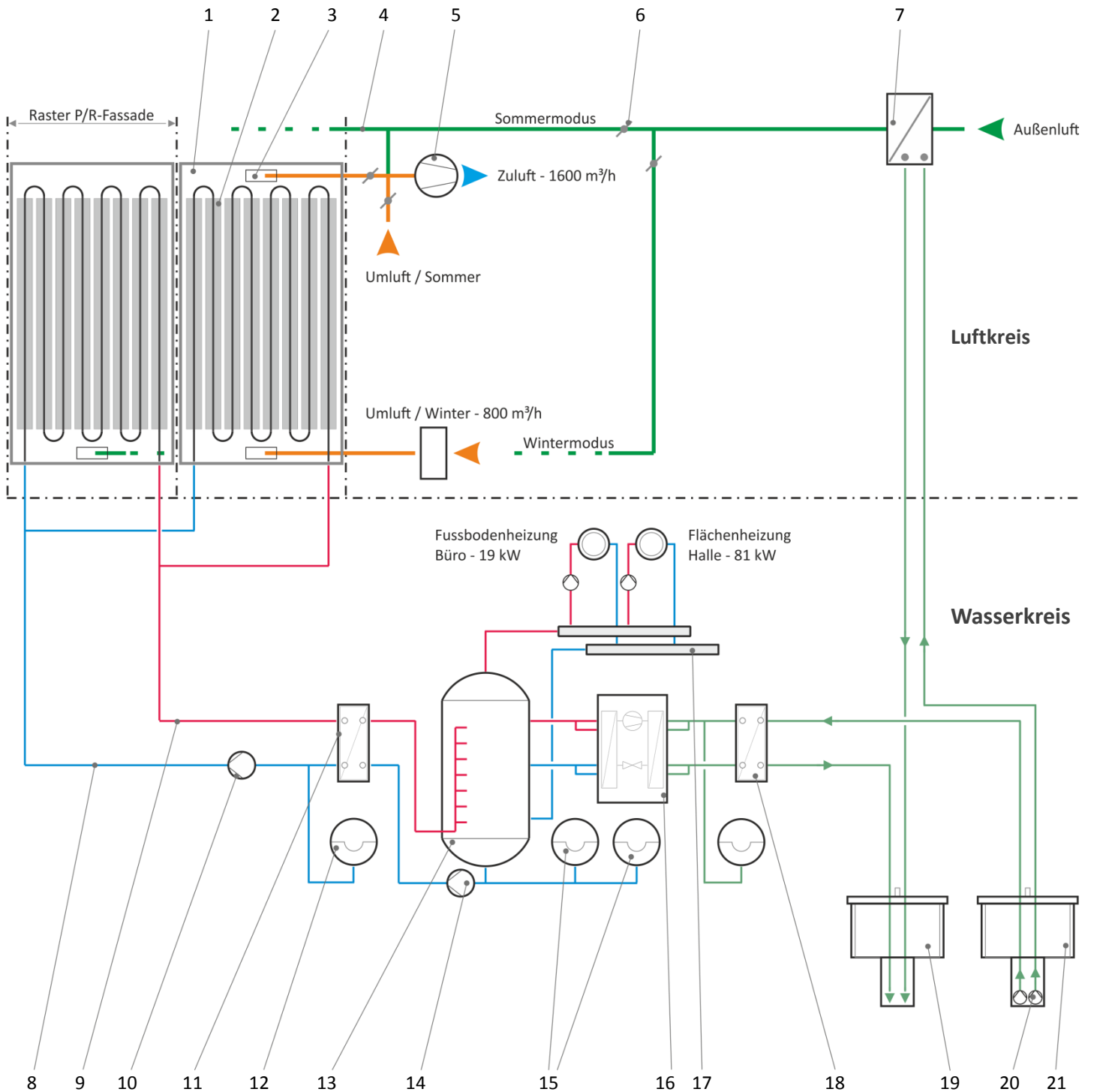
Zu achten ist auf die entsprechenden Materialpaarungen. Die elektrische Spannungsreihe verbietet die Kombination aus Aluminium und Kupfer. Üblicherweise werden für Sekundärkomponenten Edelstähle verwendet.

Anforderungsprofil

- Ausbildung als duales System um Niedrigtemperaturwärme nutzbar zu machen und Reaktionszeiten des Systems zu verbessern
- Thermischer Kollektor und Fassade verschmelzen zu einer Einheit
- Das optische Erscheinungsbild genügt architektonischen Ansprüchen
- Die Fassade liefert einen Großteil der Heizenergie
- Integration von Tageslicht- und Belüftungsflächen
- Das Konzept sieht den völligen Verzicht von fossilen Brennstoffen für die Beheizung und Kühlung vor
- Erfüllung sämtlicher bauphysikalischer Anforderungen
- Keine nennenswerten Wärmelasteinträge im Sommer
- Kühlung im Sommer
- Keine Performance-Minderung durch Schnee
- Minimale Wartung
- Schonender Anlagenbetrieb, geringe Stillstandstemperaturen
- Speichermassennutzung durch Betonkernaktivierung
- Ausgewogenes Kosten-Nutzen-Verhältnis
- Langlebigkeit



SCHALTSCHEMA

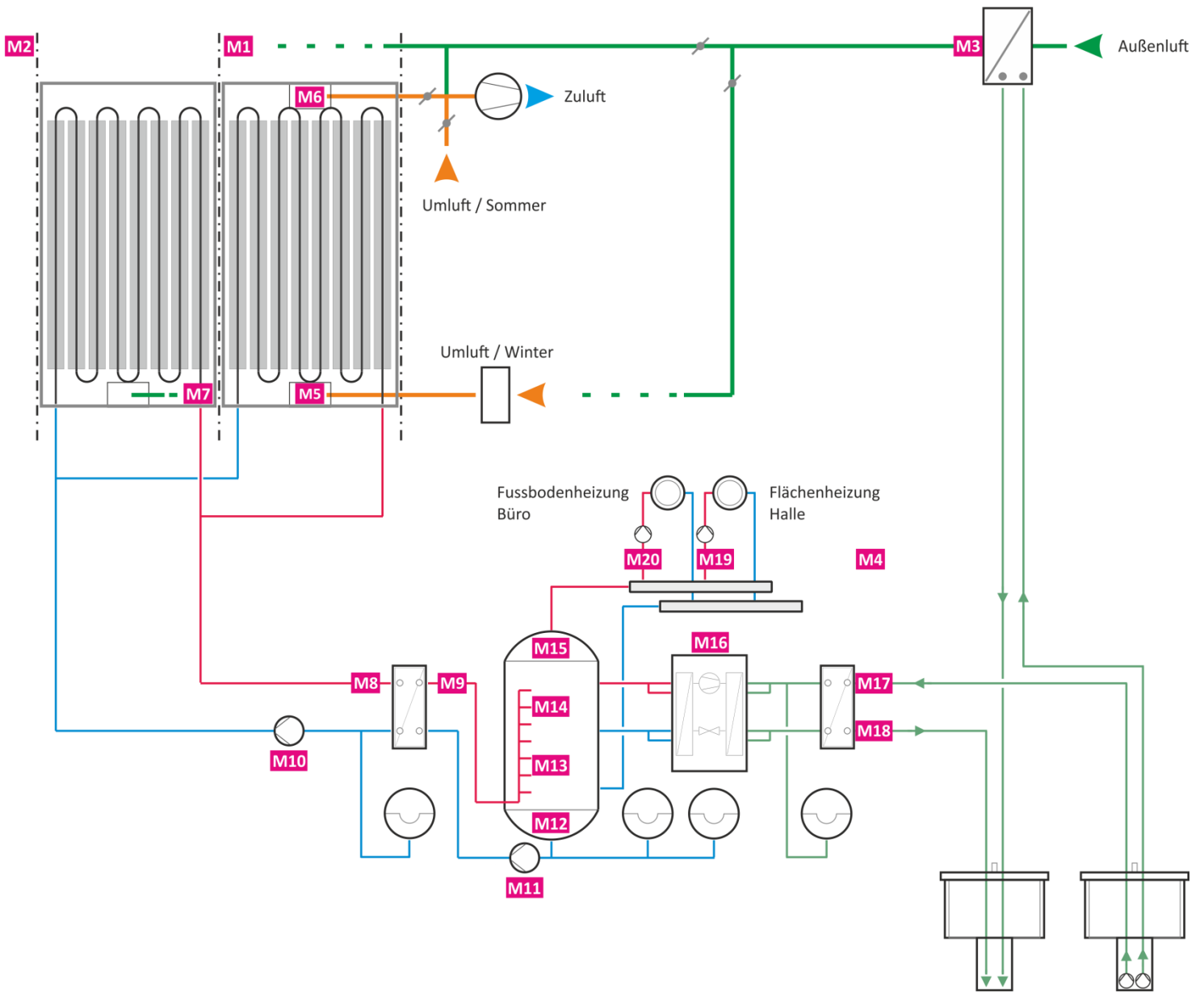


Vereinfachtes Schaltschema – Kombination von solarthermischer Fassade und Wärmepumpe mit Brunnenwassernutzung.

Legende

- 1 ... Thermischer bivalenter Fassadenkollektor
- 2 ... Thermische Absorbereinheit
- 3 ... Luftkanalanschluss
- 4 ... Luftkanalsystem, kaskadiert
- 5 ... Zuluftauslass, Ventilator schallgedämpft
- 6 ... Schaltbare Klappen im Luftkanal
- 7 ... Heiz- und Kühlregister, Luftvorwärmung bzw. -kühlung
über Brunnenwasser
- 8 ... Primärkreis, Solarvorlauf
- 9 ... Primärkreis, Solarrücklauf
- 10 ... Umwälzpumpe, Primärkreis
- 11 ... Plattenwärmetauscher
- 12 ... Ausdehnungsgefäß, Primärkreis
- 13 ... Schichtladespeicher – 6400 l
- 14 ... Umwälzpumpe, Sekundärkreis
- 15 ... Ausdehnungsgefäße, Sekundärkreis
- 16 ... Wärmepumpe – Kühlleistung: 81 kW, Heizleistung: 112 kW
- 17 ... Heizkreisverteiler, Büro & Produktion
- 18 ... Plattenwärmetauscher – 81 kW, Umweltenergie
- 19 ... Schluckbrunnen
- 20 ... Umwälzpumpen, Entnahmebrunnen
- 21 ... Entnahmebrunnen

MONITORING | MESSPUNKTE



Lage der Messwertgeber – Gezeigt sind jene Messstellen, die im vorliegenden Bericht Berücksichtigung finden.

Legende - Messwertgeber

- M1 ... Außenstrahlung Süd
- M2 ... Außentemperatur, Halle Nord
- M3 ... Zulufttemperatur Ausgang Heiz- / Kühlregister
- M4 ... Hallentemperatur, Alu-Halle, 4m über Bodenniveau
- M5 ... Lufttemperatur im Kollektor unten
- M6 ... Lufttemperatur im Kollektor oben
- M7 ... Kollektor- / Absorbentemperatur
- M8 ... Solar-Vorlauftemperatur Primärkreis
- M9 ... Speicherladetemperatur Sekundärkreis
- M10 ... Solarkreispumpe, Schaltzyklen
- M11 ... Speicherladepumpe, Schaltzyklen
- M12 ... Speichertemperatur 1 - unten
- M13 ... Speichertemperatur 2 - mittig unten
- M14 ... Speichertemperatur 3 - mittig oben
- M15 ... Speichertemperatur 4 - oben
- M16 ... Wärmepumpe, Schaltzyklen
- M17 ... Vorlauftemperatur Entnahmebrunnen
- M18 ... Rücklauftemperatur Schluckbrunnen
- M19 ... Vorlauftemperatur Heizkreis Halle
- M20 ... Vorlauftemperatur Heizkreis Büro

Das Monitoring- und Messwerterfassungssystem umfasst 48 Messstellen, wie Wärmemengenzähler, Temperatur- und Strahlungssensoren, Schaltzeiterfassung für Pumpen- und Ventilatorenlaufzeiten und mehr.

Abbildung links zeigt die Lage jener Sensoren, die in den Auswertecharts dieser Studie berücksichtigt sind. Das Datenerfassungssystem liefert seit über 10 Jahren hochaufgelöste und verlässliche Zahlen zu den Betriebszuständen der Anlage.

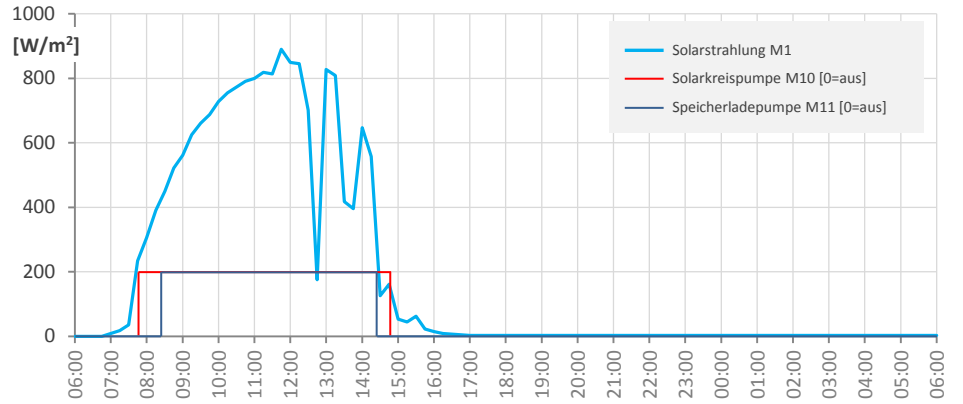
BETRIEB – 14.11.2016 | WINTERFALL

- Solarstrahlung
- Umwälzpumpen Solarkreis

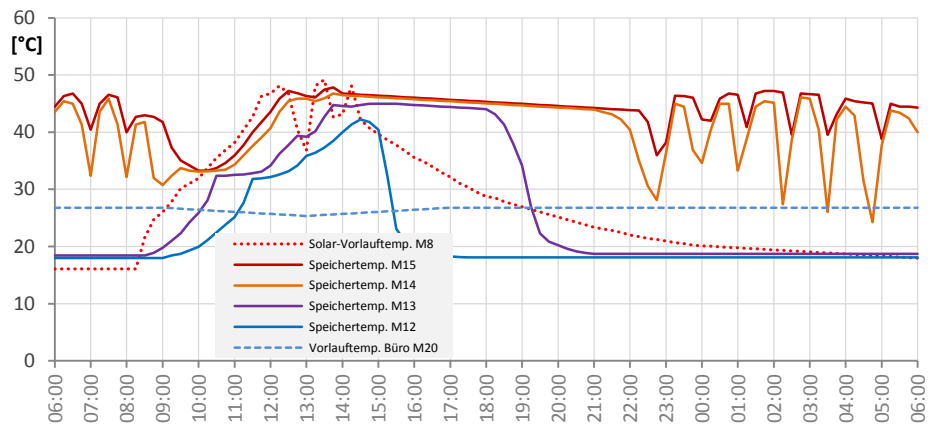
Tageseinstrahlung: **548 kWh**
(Absorber-Gesamtfläche)

Solare Wärmelieferung: **250 kWh**

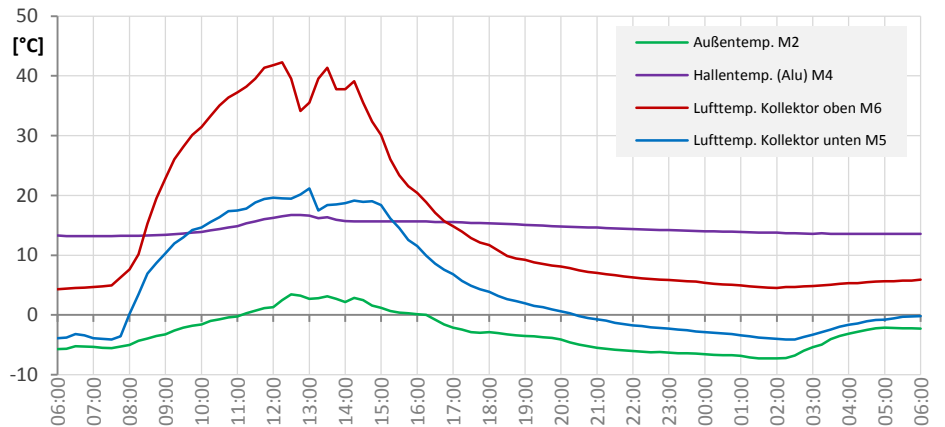
Peak-Einstrahlung: **802 W/m²**
(auf Vertikalfläche umgerechnet)



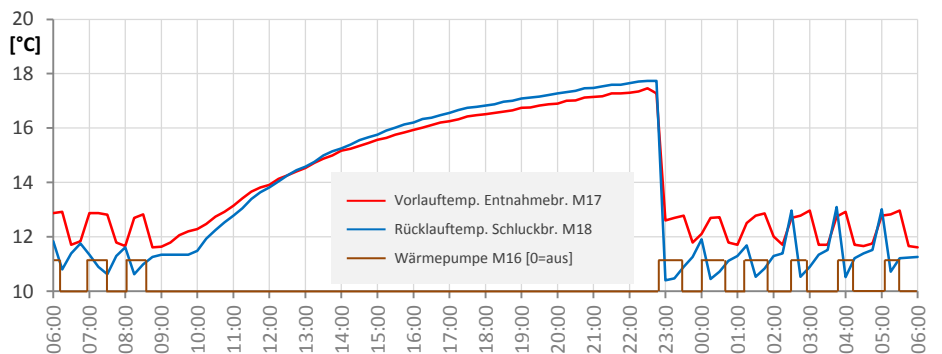
- Ladespeichertemperaturen
- Solar-Vorlauftemperatur
- Heizkreistemperatur Büro



- Außentemperatur
- Hallentemperatur
- Kollektortemperaturen



- Vorlauftemp. Entnahmebrunnen
- Rücklauftemp. Schluckbrunnen
- Wärmepumpe Betrieb



BETRIEB | KOMMENTIERUNG

Der Strahlungsverlauf zeigt einen schönen, klaren Novembervormittag. Strahlungsspitzen reichen bis 860 W/m^2 . Solche Werte sind im Winter nur auf vertikalen südorientierten Flächen zu erreichen. Der Messsensor ist parallel zur Gebäudekante angeordnet aber um 10° aus der Vertikalen zur Sonne geneigt. Ab 12:30 Uhr schieben sich für kurze Zeit Wolken vor die Sonne, was kurzzeitige und teils massive Strahlungseinbrüche auf unter 200 W/m^2 zur Folge hat.

Die Solarkreispumpe startet den Primärkreis, so wie ein Strahlungsschwellwert von 250 W/m^2 erreicht ist. Zeitversetzt und temperaturgesteuert läuft die Speicherladepumpe an.

Die vier auf verschiedenen Höhenknoten installierten Temperatursensoren im Ladespeicher bilden die Schichtung ab. Bei Heizbedarf und teilentlademem Speicher übernimmt vor Sonnenaufgang die Wärmepumpe. Energiesparend beschickt diese lediglich den oberen Speicherbereich und wird nur sequenziell gefahren. Der Zickzackverlauf weist auf partielle Ladungen und Entladungen hin. Entsprechend der Höhe der solaren Einstrahlung und der daraus resultierenden Ladetemperatur, wird die umgewandelte solare Energie in die jeweilige Speicherschicht geschoben. Bis 14:20 Uhr wird dem Speicher kontinuierlich solare Energie zugeführt. Gleichzeitig wird für die Heizkreise Wärme entnommen.

Nach Sonnenuntergang zeigen sich modellhaft die Entladekurven der verschiedenen Schichten. Die Energie wird dem Heizkreisverteilsystem zugeführt. Erst kurz vor 23:00 Uhr übernimmt erneut die Wärmepumpe. Die Solar-Vorlauftemperatur klingt, nach Abschalten der Pumpe, exponentiell ab, was dem natürlichen Abkühlverhalten entspricht. Es werden Tagesspitzen von 50°C erreicht. Die Kollektorwassertemperatur klettert auf 57°C . Die Heizkreistemperatur im Büro senkt sich tagsüber leicht ab. Es machen sich die passiven solaren Einträge über die Fenster bemerkbar. Das Regelungssystem reagiert richtig und fährt die Vorlauf-temperatur des Heizkreises leicht zurück. Diese liegt in einem Bereich von 25°C bis 27°C .

Die Außentemperatur liegt überwiegend unter Null und erreicht lediglich tagsüber Werte bis maximal $3,5^\circ\text{C}$. Die Lufttemperatur-Messpunkte im Kollektor zeigen eine maximale Spreizung von knapp über 20°C . Das Profil im oberen Messpunkt folgt im Wesentlichen der Kollektorwasser- bzw. Solar-Vorlauf-temperatur. Treten im oberen Kollektorlufttraum nur positive Temperaturwerte auf, können diese im unteren Kollektorbereich durchaus unter den Gefrierpunkt sinken. Der Anstieg der beiden Kollektorlufttemperaturen ab 02:00 Uhr nachts ist der steigenden Außentemperatur geschuldet. Die Energieflussregelung führt zu annähernd konstanten Lufttemperaturen im Hallenbereich zwischen 14°C und 18°C . Temperaturen, die im Raum bei physischer Arbeit als angenehm empfunden werden. Die etwas höheren Werte tagsüber resultieren aus den passiven solaren Einträgen durch das Lichtband.

Zur Erzielung schneller Reaktionszeiten wird erwärmte Kollektorluft direkt in die Halle eingebracht. Speziell bei geringer solarer Einstrahlung, die für die Wassererwärmung nicht mehr effizient zu nutzen ist, lassen sich noch Energieeinträge über die Luft generieren. Die betonkernaktivierte Bodenplatte stellt einerseits den thermischen Großspeicher und in der Folge die naturgemäß träge Wärmegrundversorgung sicher.

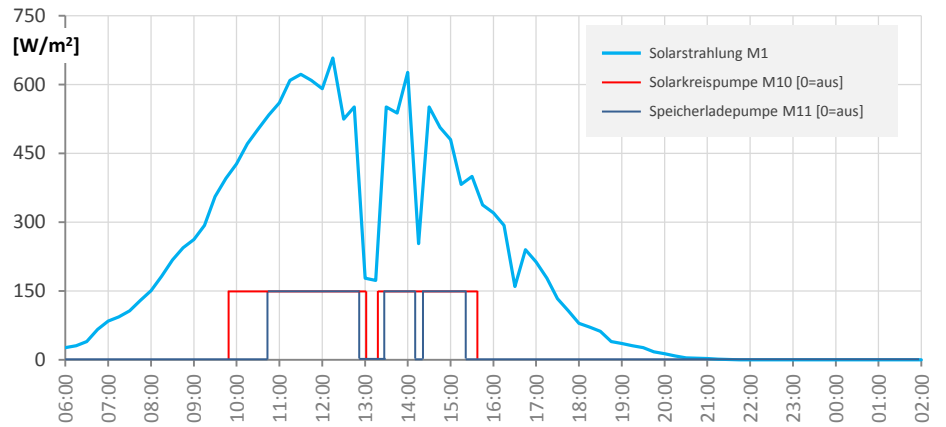
Aufschlussreich sind auch die Temperaturverläufe von Vorlauf des Entnahme- und Rücklauf des Schluckbrunnens. Diese dienen der Wärmepumpe als Energiereservoir und beschicken im Sommer auch das Kühlregister des Lüftungskreises. Die Wärmepumpe wird in Sequenzen geschaltet. Die Temperaturdifferenz von Vor- und Rücklauf ist ein Indikator für die entnommene Menge an Umweltwärme. Zwischen 8:30 Uhr und 22:45 Uhr wird die Energieversorgung zur Beheizung ausschließlich solar geleistet.

- Solarstrahlung
- Umwälzpumpen Solarkreis

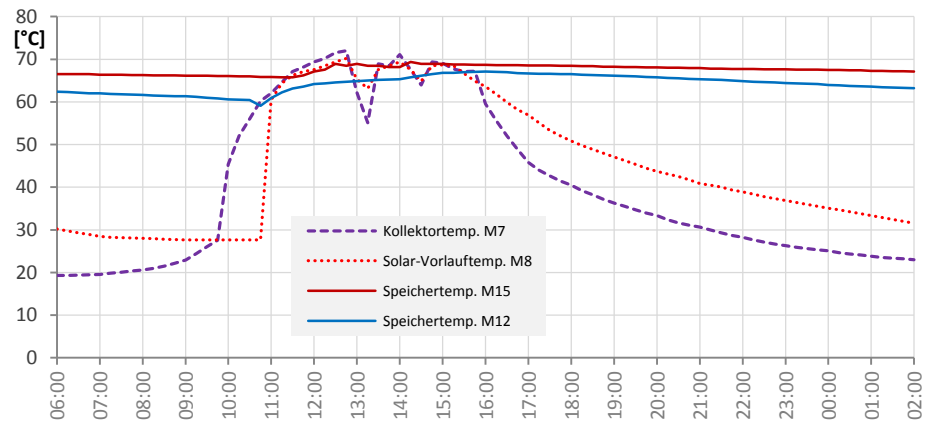
Tageseinstrahlung: 422 kWh
(Absorber-Gesamtfläche)

Solare Wärmelieferung: - kWh

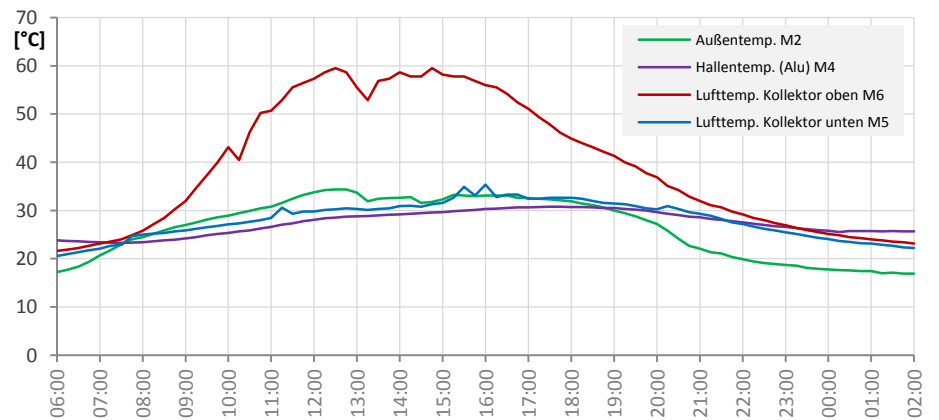
Peak-Einstrahlung: 526 W/m²
(auf Vertikalfläche umgerechnet)



- Ladespeichertemperaturen
- Solar-Vorlauftemperatur
- Kollektorwassertemperatur



- Außentemperatur
- Hallentemperatur
- Kollektortemperaturen



BETRIEB | KOMMENTIERUNG

Die auf der linken Seite dargestellten Diagramme spiegeln relevante Einflussgrößen für den Sommerfall wider. Der Strahlungsverlauf zeigt einen schönen Tag im Juli, der zu Mittag von Wolken durchzogen wird. Mit Spitzenwerten von deutlich unter 600 W/m^2 , typisch für vertikale Südfassaden im Sommer, zeigen sich sehr moderate solare Strahlungswerte. Heizbedarf besteht naturgemäß zu dieser Jahreszeit nicht. Der Kollektor-Wasserkreis befindet sich im Leerlauf.

Ab einem Strahlungsschwellwert von 400 W/m^2 schaltet sich die Pumpe des Solarprimärkreises zu. Dies dient einerseits der Abführung der Kollektorstärke, dient damit dem Anlagenschutz und verlängert die Lebensdauer der Systemkomponenten entscheidend. Des Weiteren wird der Schichtspeicher auf Vorrats-temperatur gehalten, damit an kühlen Sommertagen, insbesondere der Bürobereich angenehm temperiert bleibt. Temperierung zum Nulltarif.

Die Anlagenkonzeption zeigt Kollektor-Stillstandstemperaturen von deutlich unter 100°C . Vergleicht man dies mit herkömmlichen Kollektoren, die durchaus Stillstandstemperaturen von 150°C und mehr zeigen, führt das konsequenterweise zu stark verminderter thermischer Belastung der eingesetzten Bauteile. Ein Umstand, der sich im kaum merklichen Verschleiß und der Langlebigkeit des Systems positiv niederschlägt.

Der Ladespeicher zeigt ein beinahe homogenes Schichtprofil mit Temperaturen zwischen 60°C und 70°C . Er ist thermisch vollständig geladen. Energie kann bei Bedarf entnommen werden.

Anmerkung:

Die Warmwasserversorgung wird ebenfalls solar, allerdings über einen separaten Kollektorkreis bereitgestellt.

Die langjährige Betriebserfahrung zeigt, dass bereits mit Ende August solare Erträge nutzbringend in die Bodenplatte eingespeist werden können. Die thermisch aktivierte Betonplatte wird als ‚Quasi-Speicher‘ genutzt. Daraus resultiert eine hohe solare Deckungsrate des Heizbedarfs für die Übergangsmonate September und Oktober.

Die Außentemperatur ist mit Spitzenwerten von annähernd 35° sehr hoch. Der Kollektor-Luftkreis ist nicht aktiv. Die Temperaturspreizung der beiden Kurven, im unteren und oberen Kollektorbereich, repräsentiert den natürlichen thermischen Auftrieb. Der Fassadenkollektor fungiert als hocheffiziente thermische Haut mit minimalem U-Wert.

Zuluft wird über das Kühlregister vorgekühlt und den Hallen zugeführt. Bei Bedarf kann über die Wärmepumpe und die Bodenplatte zusätzliche Wasserkühlung eingebracht werden.

Die Raumtemperatur der Halle bewegt sich zwischen 23°C (morgens) und 31°C . Die wesentliche Einflussgröße stellt hier das Lichtband dar. Im Dachbereich angeordnet versorgt es die Halle nicht nur mit dem gewünschten Tageslicht. Im Sommer können bei sonnigem Wetter durchaus Strahlungsspitzen jenseits von 900 W/m^2 auftreten, die als Wärmelasten direkt oder zeitverzögert, je nach Schwere der Bauweise, wirksam werden und in der Folge die Innentemperatur empfindlich steigen lassen.

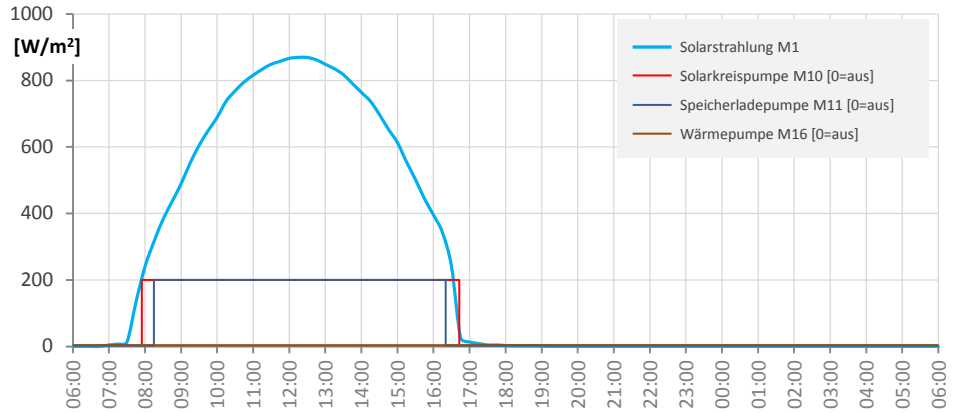
BETRIEB – 01.11.2015 | WINTERFALL – SPITZENERTRAG

- Solarstrahlung
- Umwälzpumpen Solarkreis
- Wärmepumpe Betrieb

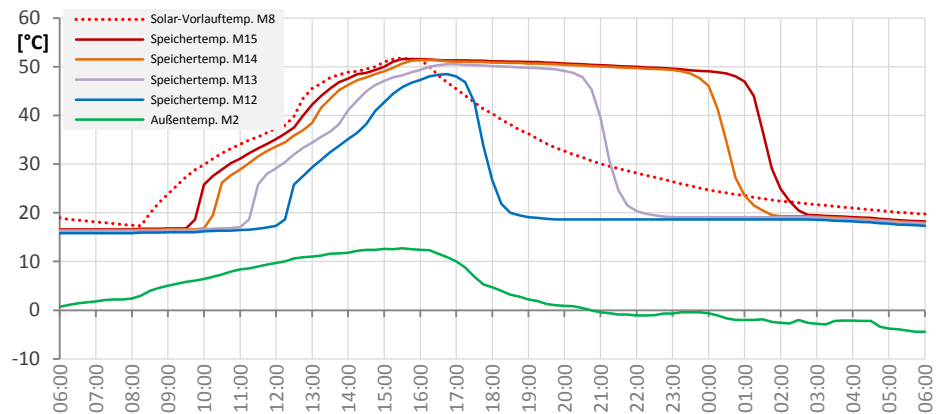
Tageseinstrahlung: **705 kWh**
(Absorber-Gesamtfläche)

Solare Wärmelieferung: **370 kWh**

Peak-Einstrahlung: **817 W/m²**
(auf Vertikalfläche umgerechnet)



- Ladespeichertemperaturen
- Solar-Vorlauftemperatur
- Außentemperatur

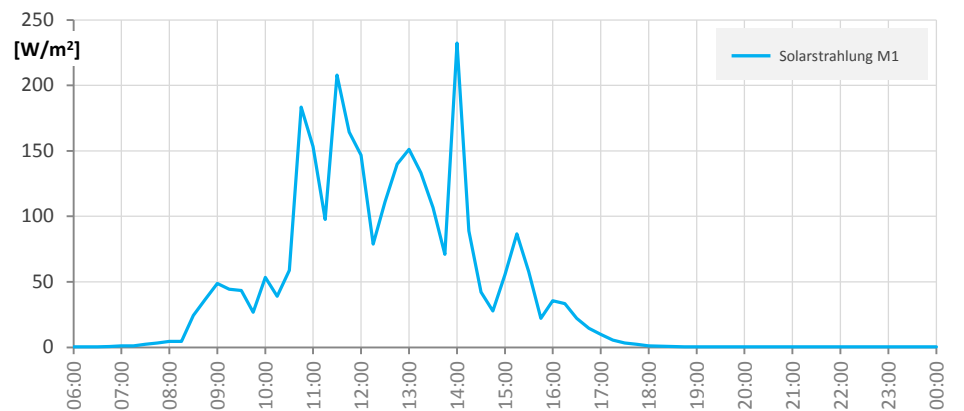


BETRIEB – 27.01.2015 | WINTERFALL – BEWÖLKTER TAG

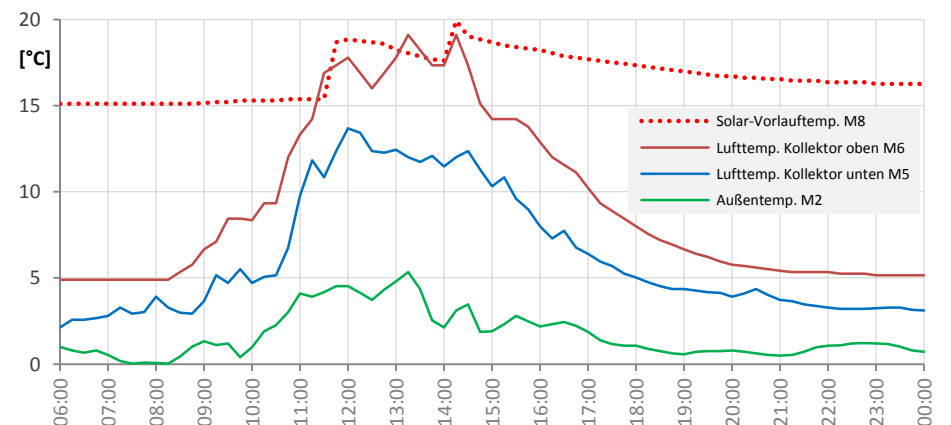
- Solarstrahlung

Tageseinstrahlung: **88 kWh**
(Absorber-Gesamtfläche)

Peak-Einstrahlung: **232 W/m²**
(auf Vertikalfläche umgerechnet)



- Solar-Vorlauftemperatur
- Kollektortemperaturen
- Außentemperatur



BETRIEB | KOMMENTIERUNG

Winterfall mit Spitzenertrag:

Der 1. November 2015 lässt einen durchgängig sonnigen Tag erkennen, bei sehr geringer Trübung. Die Sonneneinstrahlung erreicht um 12:15 Uhr einen Maximalwert von etwa 817 W/m^2 (umgerechnet auf die vertikale Südfassade). Die Tageseinstrahlung auf die Kollektor-Aperturfläche zeigt einen kumulierten Spitzenwert von 705 kWh. Die solare Wärmelieferung über den Kollektorwasserkreis zeigt einen Spitzenertrag von 370 kWh. Damit wird über den Solarkreis Energie in einer Größenordnung zur Verfügung gestellt, dass eine autarke 24-Stundenversorgung der Heizkreise ausschließlich über die thermische Energiefassade erfolgt. Die Wärmepumpe kommt, trotz der relativ niedrigen Außentemperaturen von -3°C bis 12°C , nicht zum Einsatz.

Selbst an kühlen, solar ertragreichen Tagen in den Übergangsmonaten, kann das Gebäude ausschließlich solar beheizt werden, ohne auf Komfort zu verzichten.

Die Solarkreispumpe setzt ab 200 W/m^2 Einstrahlung den Wasserkreis in Bewegung. Die Ladespeicherpumpe ist fast gantztätig aktiv. Zwischen 16 und 17 Uhr - Sonnenuntergang um 16:45 Uhr - zeigt sich ein annähernd homogenes Temperaturprofil des Ladespeichers, mit Temperaturen zwischen 48°C und 52°C . Die leichte Kurvendeformation der Speichertemperaturen vormittags lässt auf erhöhte Energieabfuhr über den Luftkreis schließen. Diese Kurvenform spiegelt sich auch in der Solar-Vorlauftemperatur wider. Dem Kollektor wird offensichtlich Energie über den Luftkreis entzogen.

Winterfall bei gantztägiger Bewölkung:

Der 27. Januar illustriert einen gantztägig bewölkten Tag. Das Einstrahlungsmaximum liegt mit 232 W/m^2 (umgerechnet auf die vertikale Südfassade) vergleichsweise niedrig. Noch aussagefähiger ist die erzielbare und kumulierte Strahlungsenergie, die mit 88 kWh lediglich 13% im Vergleich zu o.g. Spitzenergebnis beiträgt. Dieser Wert bildet die auf die Verglasungsebene des Kollektors auftreffende Sonnenstrahlung ab. Sie umreißt - bei nicht konzentrierenden Solarsystemen - die maximal zur Verfügung stehende Solarenergie und fixiert damit die theoretisch mögliche Obergrenze der solaren Ausbeute.

Der solare Wasserkreis wird an diesem Tag nicht aktiviert.

Die Außentemperatur bewegt sich in einem Intervall von 0°C bis 5°C . Trotz der ausschließlich diffusen und stark reduzierten Einstrahlung resultieren Kollektortemperaturen von bis zu 20°C . Über den Luftkreis wird dieses Niedertemperaturpotential erschlossen und abgeschöpft. Die Hallen werden direkt über den Luftkreis mit vorgewärmter Kollektorluft versorgt. Zusätzlich wirkt der Kollektor aufgrund seiner Bauweise in hohem Maße als thermisch effiziente ‚Haut‘. Übliche Transmissionswärmeverluste, die bei herkömmlichen P/R-Fassaden und diesen Witterungsbedingungen auftreten, werden auf ein marginales Niveau reduziert, über den Lüftungskreis gar in die energetische Gewinnzone verschoben.

WARTUNG

Zehn Jahre störungsfreier Betrieb mit minimalem 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 in einem anderen, merklich höheren Kostenrahmen. Bauteilabnutzungen aufgrund thermischer Wechselbelastungen sind auch nach der jüngsten Inspektion nicht erkennbar.

ERGEBNISSE

Die Leistungsfähigkeit des Systems hängt entscheidend von der Gesamtauslegung ab. Vorrangig auf den Winterfall getrimmt, sind die wesentlichen Einflussgrößen die Absorberfläche, Art und Größe des Schichtladespeichers, Masse der Bauteilaktivierung sowie eine ausgeklügelte Regelung.

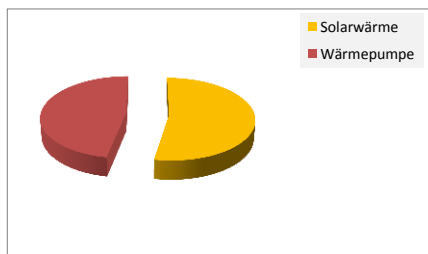
An schönen Wintertagen kann gänzlich auf die Wärmepumpe verzichtet werden (s. Grafik 5). Über das Jahr (Heizperiode) gesehen, übernimmt die Solaranlage mehr als 50% der Wärmeerzeugung. Das Verhältnis wird auch durch die Grafiken 1-3 illustriert. Dieser Wert variiert bei Tages-, Monats- bzw. Jahresbetrachtung. Vergleicht man die elektrisch eingesetzte Energie der Wärmepumpe (WP) mit der gesamt erzielbaren Heizwärme, zeigt sich ein Verhältnis von knapp 1:4 (siehe Grafik 4).

Der Luftkreis, der energetisch in der vorliegenden Studie nicht bewertet wird, sorgt im Sommer für kühle Luft und heizt im Winter über die solaren Einträge die Zuluft vor.

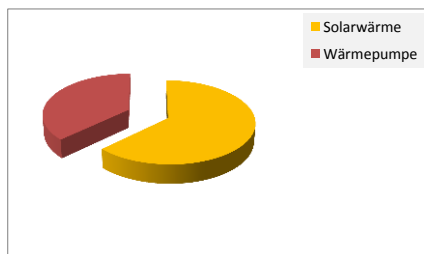
Zeitraum	Art	Einheit	Solarwärme geliefert	Wärmepumpe geliefert	Wärmepumpe Verbrauch el.	Fußb.hzg. Büro Verbrauch	Hzg. Halle Verbrauch
01.11.2015	Tagessumme	kWh	370	0	0	55	305
14.11.2016	Tagessumme	kWh	250	223	125	80	380
1.11.-14.11.16		kWh	910	3.820	1.882	830	3.800
Oktober 2016	Monatssumme	kWh	2.460	1.453	643	940	2.900
1.1.-14.11.16		kWh	22.300	19.751	11.970	8.000	32.900
2015 gesamt	Jahressumme	kWh	26.700	26.540	15.430	11.200	40.600
2006 - 2015		kWh	294.600	264.093	147.538	110.320	392.602

Tabelle – Wärmeströme der Gesamtanlage sowie elektrische Antriebsenergie der Wärmepumpe, aufgelöst für verschiedene Zeitspannen. Ablesetag: 14. November 2016 um 19:00 Uhr.

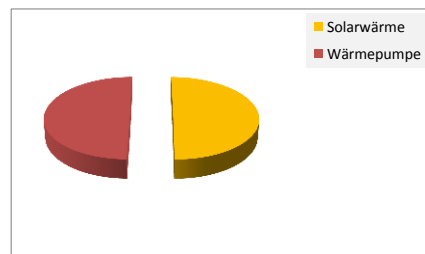
Tag: 14. November 2016



Monat: Oktober 2016



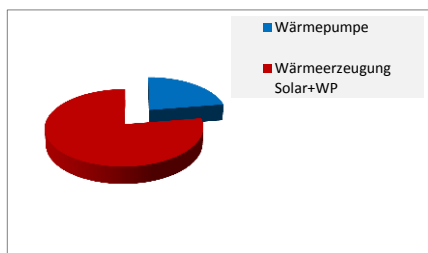
Jahr: 2015



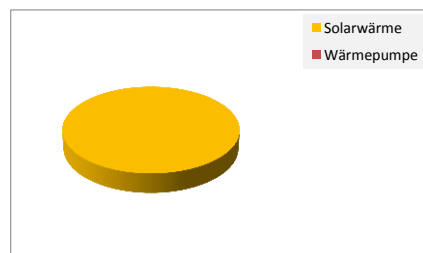
Grafiken 1-3 – Darstellung der gewonnenen Wärmeanteile von Solarfassade und Wärmepumpe für unterschiedliche Zeitspannen. Nicht berücksichtigt sind Einträge durch den Luftkreis. Konservative Schätzungen lassen ein zusätzliches Einsparpotential von bis zu 15% durch direkte bzw. indirekte Fahrweise über den Luftkreis vermuten.

Von großem Einfluss ist die Dimensionierung der Masse der Bauteilaktivierung. Im vorliegenden Fall ist dies die Betongrundplatte, die als Quasispeicher dient und mit einer Dicke von 250mm bemessen ist. Bereits mit Ende August werden die solaren Erträge der Fassade in die Betonplatte eingespeist. Damit ergeben sich für die Übergangsmonate im Herbst ausgesprochen hohe solare Deckungsraten für die Heizung.

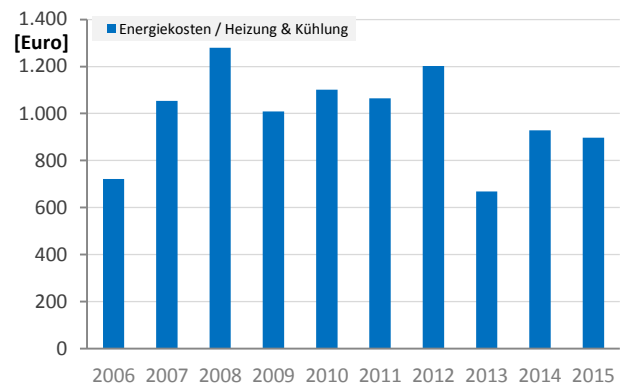
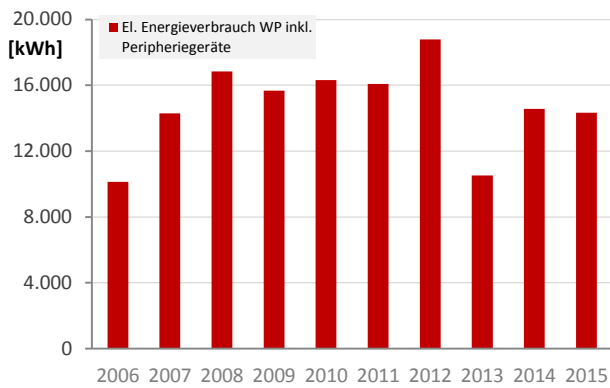
Selbst bewölkte Tage führen zu Kollektortemperaturen von über 20°C, die über den Luftkreis direkt in die Hallen eingebracht werden und zusätzlich als thermisch verbesserte Haut zum Außenbereich wirken.



Grafik 4 – Anteile der Wärmeerzeugung von Solarfassade und Wärmepumpe im Verhältnis zur eingesetzten elektrischen Energie der Wärmepumpe.



Grafik 5 – Ausschließlich solare Beheizung des Gebäudes durch die Energiefassade. Strahlungsintensiver Tag, 01.11.2015.



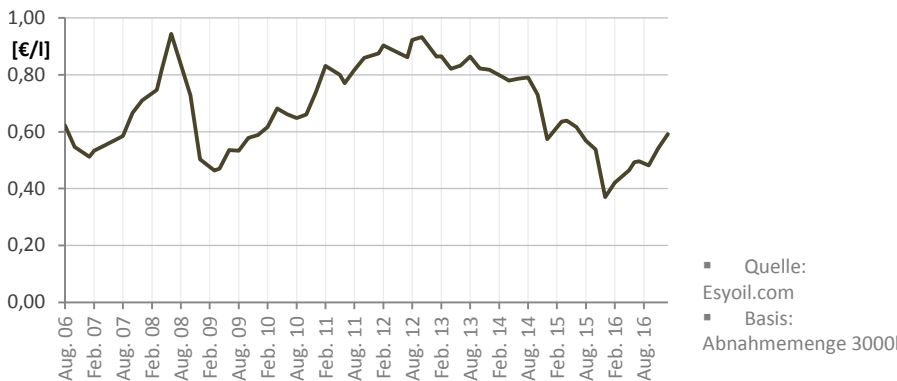
Histogramme 1, 2 – Energiekosten sowie aufgewandte elektr. Gesamtenergie für die Heizung und Kühlung des Büro- und Produktionsgebäudes über einen 10-Jahreszeitraum.

Das 10-Jahresmittel des Stromverbrauchs für Wärme- und Umwälzpumpen ist kleiner als 15.000 kWh/a. Auf die Nutzfläche bezogen bedeutet das weniger als **9,4 kWh/m²·a**. Auf thermischen oder visuellen Komfort muss dabei nicht verzichtet werden. Die unterschiedlichen Jahre variieren zum Teil ganz erheblich. Hier spiegeln sich härtere bzw. mildere Winter wider, als auch Winter mit vergleichsweise hohen Strahlungsanteilen.

Vergleicht man die eingesetzte elektrische Energie für die Wärmepumpe samt der Umwälzpumpen und der fünf Ventilatoren mit einem konventionellen Heizsystem auf Ölbrennerbasis und einem zugrunde gelegten Nennverbrauch von 10 l pro m² und Jahr, resultieren daraus 16.000 l Heizöl pro Jahr Vergleichsmenge.

Nicht nur die deutlich bessere Umweltbilanz reklamiert das vorliegende System für sich. Die Abhängigkeit von der Ölpreisentwicklung und der verringerte monetäre Einsatz für die el. Antriebsenergie motivieren zur Abkehr vom Verfeuern fossiler Energien.

Die CO₂ Einsparung für ca. 160.000 Liter Öl in zehn Jahren Betrieb bemisst sich auf umgerechnet 500 t.



Grafik 6 – Entwicklung des Ölpreises von 2006 bis 2016 in Euro/Liter.

Der vorliegende Bericht basiert auf den von der Fa. UNIMET zur Verfügung gestellten Unterlagen, Zeichnungen, Aufbau der UNIPOWER PRO Anlage samt Spezifikationen sowie über 10 Jahre aufgezeichneten Datenmaterial.

Exemplarisch wurden einzelne Tage zur Auswertung herangezogen, um das komplexe Zusammenwirken der unterschiedlichen Bauteilkomponenten zu visualisieren und zu quantifizieren.

Trotz großer Anstrengungen der EU sowie der einzelnen EU-Länder, werden noch immer ca. 40% der Primärenergie für den Gebäudebestand aufgewendet und das zum großen Teil fossil. UNIMET zeigt in vorbildlicher Weise ein tragfähiges Energie-Management-Konzept, das vollständig auf den Einsatz fossiler, umweltschädlicher Ressourcen verzichtet und trotzdem keine Kompromisse bei Komfort und dem Wohlbefinden der Mitarbeiter sowie der Dauerhaftigkeit des Systems eingeht.



Hochwertiger Metallbau



**Konstruktiver Sonnenschutz –
UNISHAD**



**Multivalente Eneriefassade –
UNIPOWER PRO**



Präzise Zerspanungstechnik

UNIMET
Metallverarbeitung

UNIMET Metallverarbeitungs GmbH & Co KG
A-4841 Ungenach, 63
office@unipowerpro.at
+43 (0) 7672 8 47 77

www.unimet.at