

„Haus der Zukunft“

Energieeffiziente
Wohn- und Bürogebäude



Vortrag, OVE, Wien 5. Okt. 2007

ENERGIEAG
Kraftwerke



Innovative Energietechnik

OVE - Österreichischer Verband für Elektrotechnik

Wien, 5. Oktober 2007

„Haus der Zukunft“

Dipl.-Ing. Heinrich Wilk
Energie AG OÖ, Kraftwerke GmbH

Haus der Zukunft



Beispiel 1:

Das **Haus der Zukunft**

der Energie AG
Oberösterreich

Schmiding OÖ

Haus der Zukunft



Beispiel 2:

Der „**Power Tower**“

die neue Konzernzentrale
der Energie AG
Oberösterreich

Haus der Zukunft

Energetische Zielsetzung:

- Minimaler Energieverbrauch
Geringe Transmissionsverluste, mech. Lüftung mit Wärmerückgewinnung, effiz. Geräte, effiz. Bel., optimale Tageslichtnutzung
- Maximaler Einsatz von erneuerbarer Energie
Sonnenenergie (passiv/aktiv) , Umweltwärme, WP
- Effiziente Nutzung fossiler Energie
Brennstoffzelle, BHKW, Brennwertkessel

Jedes Gebäude ist ein Solarhaus! Es sei denn es ist ein Iglu oder ein Bunker

Haus der Zukunft

Wohnhaus

Große Fenster südseitig, Passivhaus
Passive solare Gewinne erwünscht
Sonne im Wohnzimmer ist
angenehm
Zeitweise Überhitzung wird
akzeptiert
Bei Massivbauten sollte eine
Klimaanlage nicht erforderlich sein
Geringe interne Wärmelasten
Tageslicht
Luftwechsel 0,5/h
Wärmerückgewinnung noch selten

Bürohaus

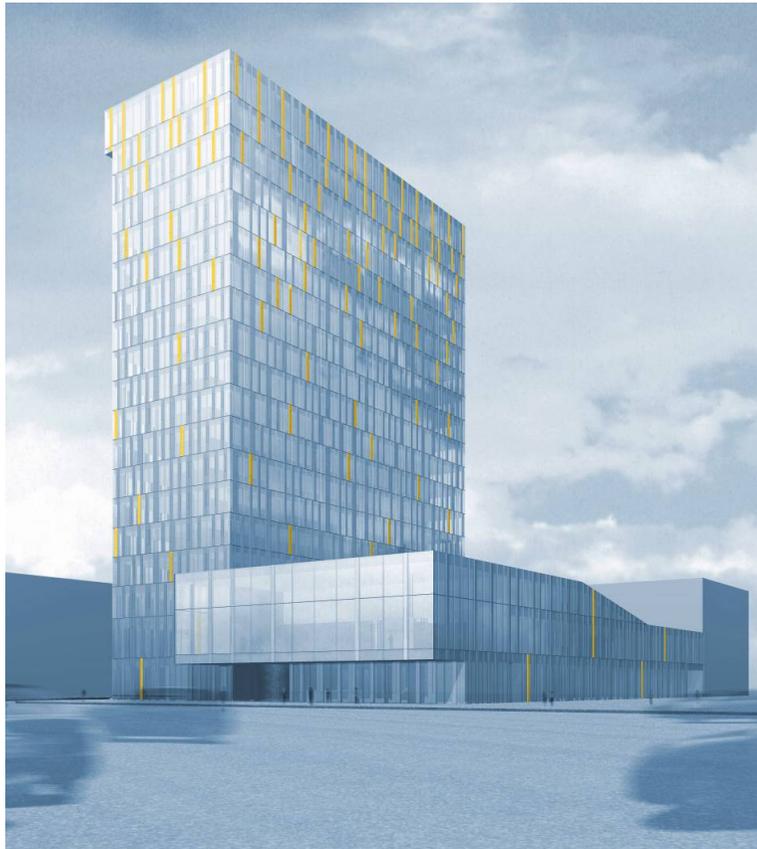
Glasfassaden, Designaspekt
Überhitzung ist ein Problem
Sonnenschutz
Betonkernaktivierung
Kühldecken
Klimaanlagen
Bildschirmarbeitsplätze: Blendschutz
Hohe interne Wärmeabgabe 30 W/m²
Thema: Tageslicht/Kunstlicht
Hohe Luftwechselrate 1,5 bis 6/h
Mech. Lüftung und
Wärmerückgewinnung sind Standard

PowerTower: Architekturwettbewerb Arch. Weber & Hofer AG, Zürich

Entwurfsmodell



„Power Tower“ - Eckdaten



Flachbau 2-geschoßig

3.500 m² Grundrissfläche

Allgemeinnutzung: Veranstaltungssaal,
Besprechungs- und Schulungsräume,
Küche, Speisesaal, Servicebereiche

Hochhaus 19 Geschoße, Höhe 73 m

1.000 m² Grundrissfläche

Büronutzung

Gesamt

22.000 m² Nutzfläche, NGF

600 Mitarbeiter

Zeitplan im Überblick

- **April 2005** **Architekturwettbewerb**
- **August 2005** **Übersiedlung** der Mitarbeiter in die Ausweichquartiere
- **Herbst 2005** **Entkernung** des Bürogebäudes
- **Jan/Feb 2005/06** **Abbruch** des Bürogebäudes
- **Frühjahr 2006**
Start **Bauarbeiten**
Grundsteinlegung
am 8. Mai 2006
- **Herbst 2008**
Einzug in die neue
Konzernzentrale



„Power Tower“ - Eckdaten



Massenprofil:

20.000 m ³	Beton
3.000 to	Stahl
26.000 m ²	Schalung
400 Stk.	Bohrpfähle
650 to	Glas

Der „Power Tower“ ein Vorzeigeprojekt

Zielsetzung:

- Markante, unverwechselbare Architektur
- Hohe Nutzerqualität und Funktionalität
- Optimale Arbeitsplatzqualität
- Kommunikatives Bürokonzept
- Anpassungsfähige Raumstrukturen
- Tageslichtorientierte Arbeitsplätze
- Niedrige Investitionskosten
- Niedrige Betriebskosten

Gesamtenergiekonzept

Leitmotive:

- umweltschonend
- energieeffizient
- Ressourcen schonend
- Innovativ
- energiesparend (keine Klimaanlage)
- wartungsarm (Low-Tec)
- niedrige Betriebskosten
- nachhaltig

„Power Tower“ Energieeffizienz u. Nachhaltigkeit



638 m² Photovoltaik

66 kWp

41.500 kWh/Jahr

Gebäudehülle

Multifunktionale Fassade

Energetische Anforderungen

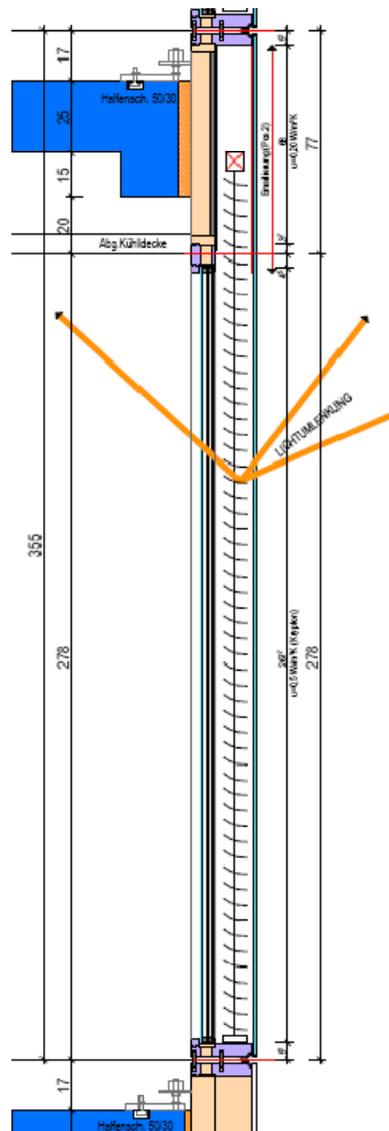
- niedriger Heizwärmebedarf durch guten Wärmedämmwert
U-Wert = 0,6 W/m².K (für Gesamtfassade)
- niedriger Energiebedarf für die Kühlung durch Reduktion des solaren Wärmeeintrages um 90 % (g-Wert = 0,1)
keine Power-Klimaanlage erforderlich
- reduzierter Kunstlichteinsatz durch optimale Tageslichtversorgung
- Verringerung der inneren Wärmelast

Gebäudehülle

Arbeitspsychologische- und -physiologische Anforderungen:

- Wärme- und Kälteschutz
- Sonnenschutz
- Blendschutz
- Durchsicht
- Tageslicht
- Luftqualität
- Schallschutz

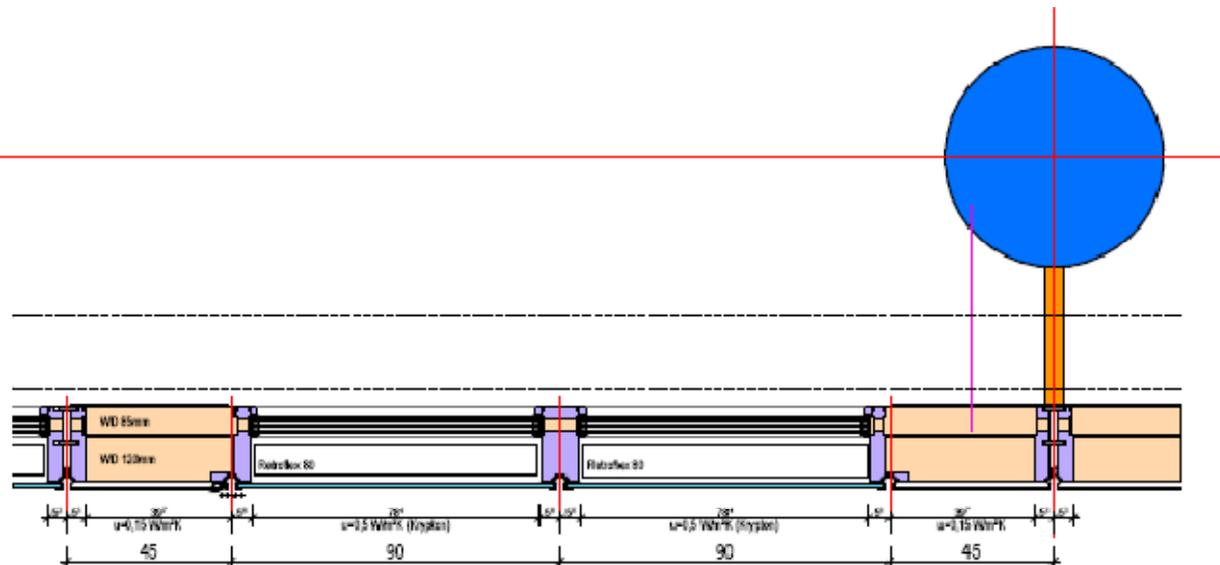
Fassadenkonstruktion Schnittzeichnung



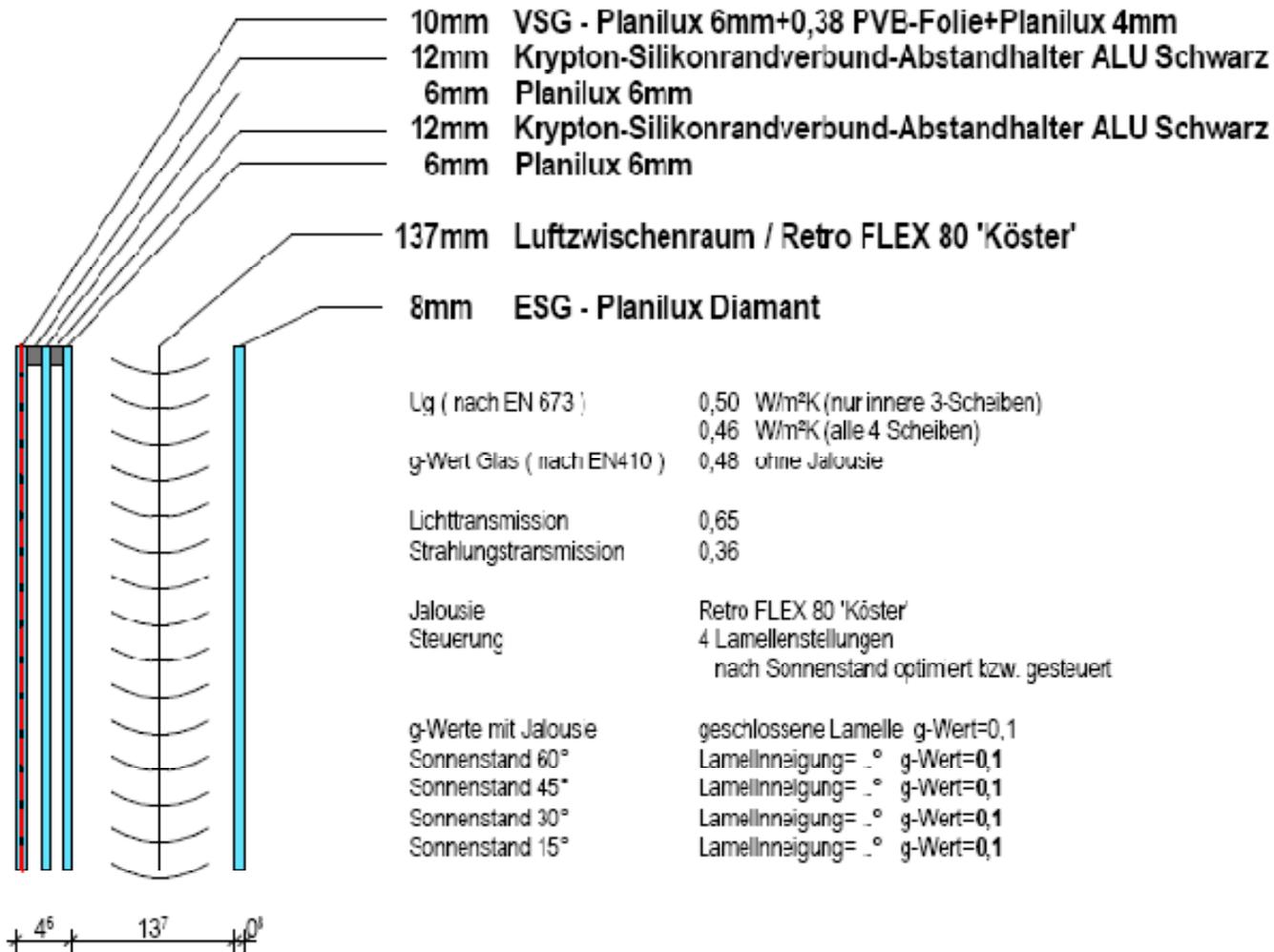
$U = 0,6$ (Verglasung $U < 0,5$)

$g = 0,48$ (mit Jalousien $g = 0,1$)

$T_L = 0,65$ Tageslichtdurchlässigkeit



Fassadenkonstruktion Schnittzeichnung



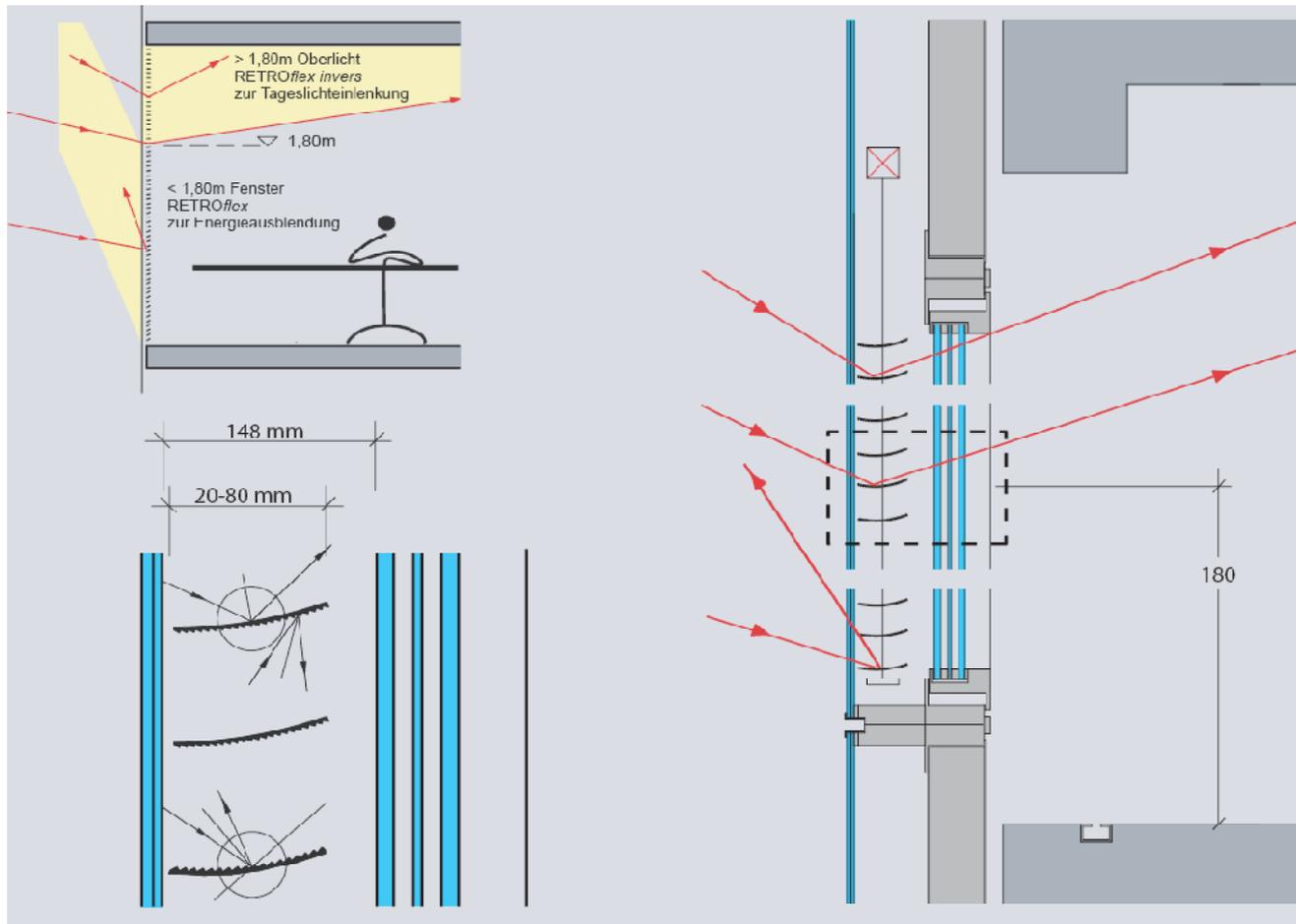
Sonnenschutz Retro Flex 80 mm



Steuerung der Lamellen und der
Beleuchtung mit Luxmate, Zumtobel

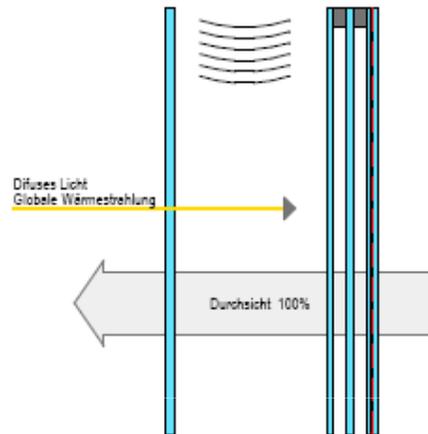


Fassadenkonstruktion Sonnenschutz - Retrosolar



Sonnenschutz Retro Flex 80

Messergebnisse ift-Rosenheim

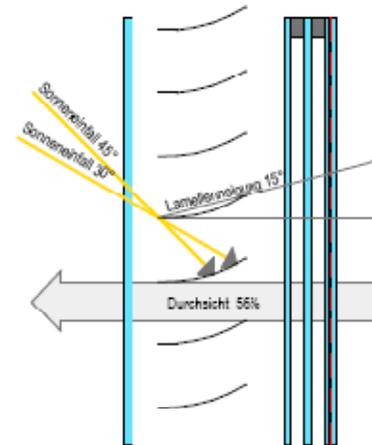


Jalousie oben

U_g (nach EN 673) 0,50 W/m²K (3-fach Is)
 0,46 W/m²K (alle 4 Sc)

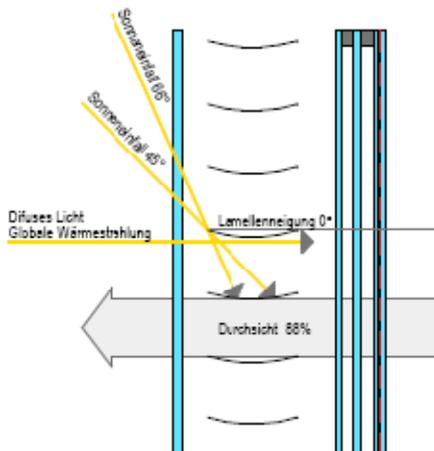
g-Wert Glas (nach EN410) 0,48

Lichttransmission 0,65



Jalousie unten Lamellenneigung 15°

g=0,11 (30°)
 g=0,11 (45°)



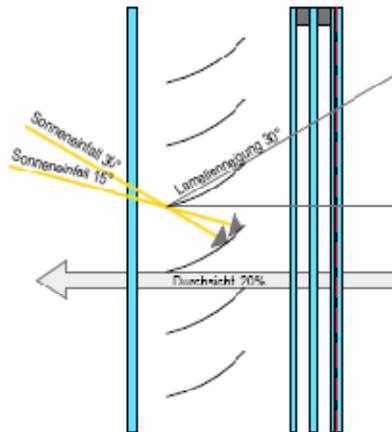
Jalousie unten Lamellenneigung 0°

g=0,12 (45°)
 g=0,10 (60°)

ift-Messtoleranz: g +/- 0,03, kalorische Messung

Sonnenschutz Retro Flex 80

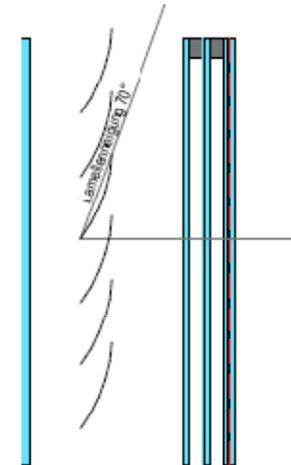
Messergebnisse ift-Rosenheim



Jalousie unten
Lamellenneigung 30°

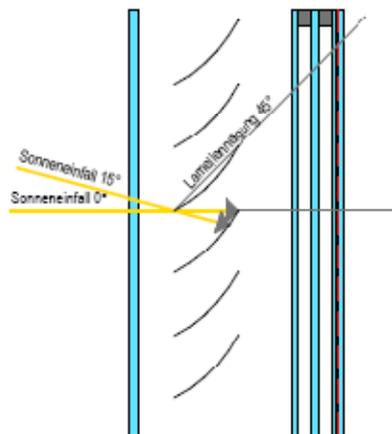
$g=0,13$ (15°)

$g=0,10$ (30°)



Jalousie 'geschlossen'
Lamellenneigung 70°

$g=0,06$ (0°)



Jalousie unten
Lamellenneigung 45°

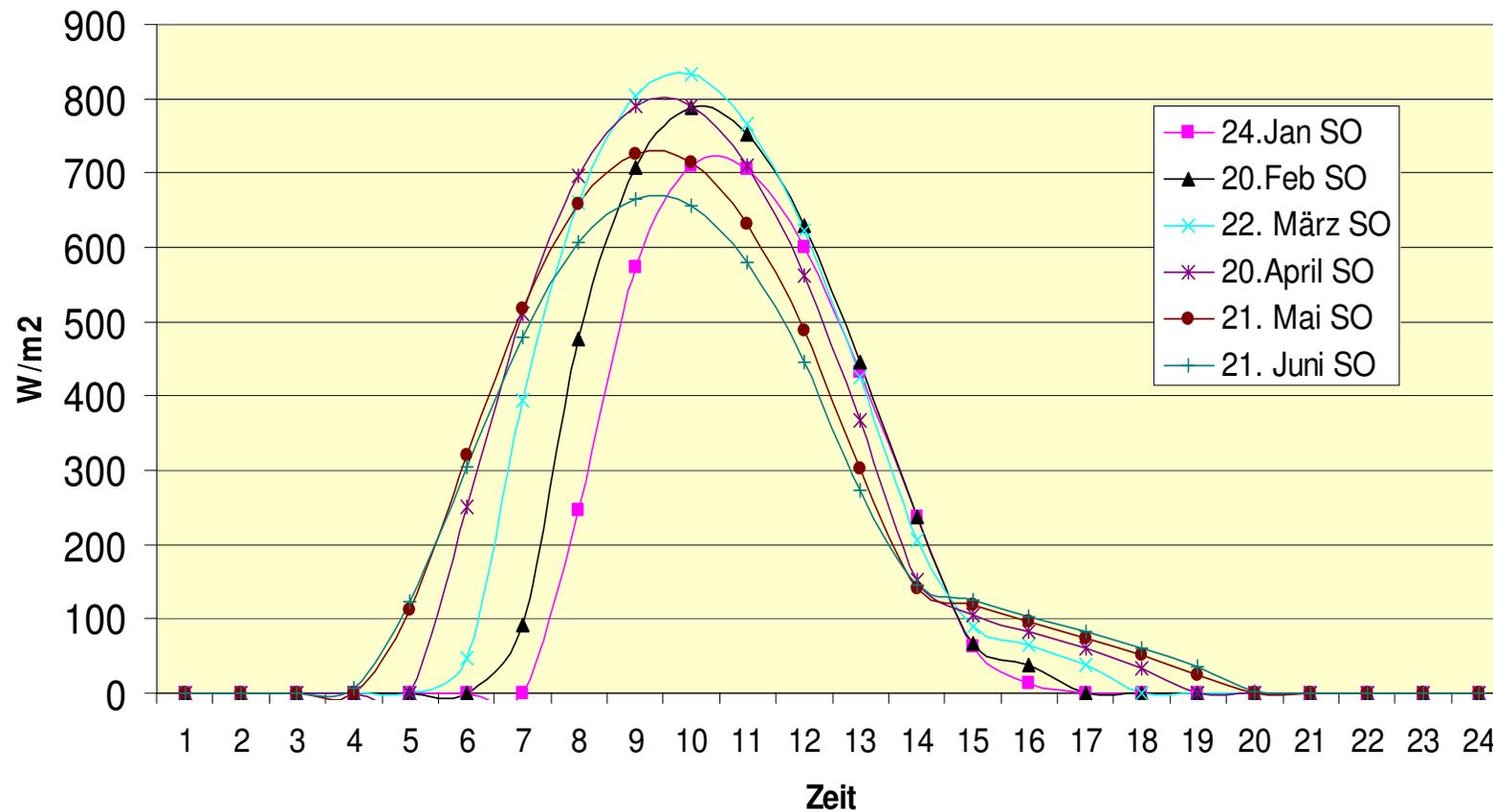
$g=0,11$ (0°)

$g=0,09$ (15°)

ift-Messtoleranz: $g \pm 0,03$, kalorische Messung

Süd-Ost-Fassade Globalstrahlung lt. VDI

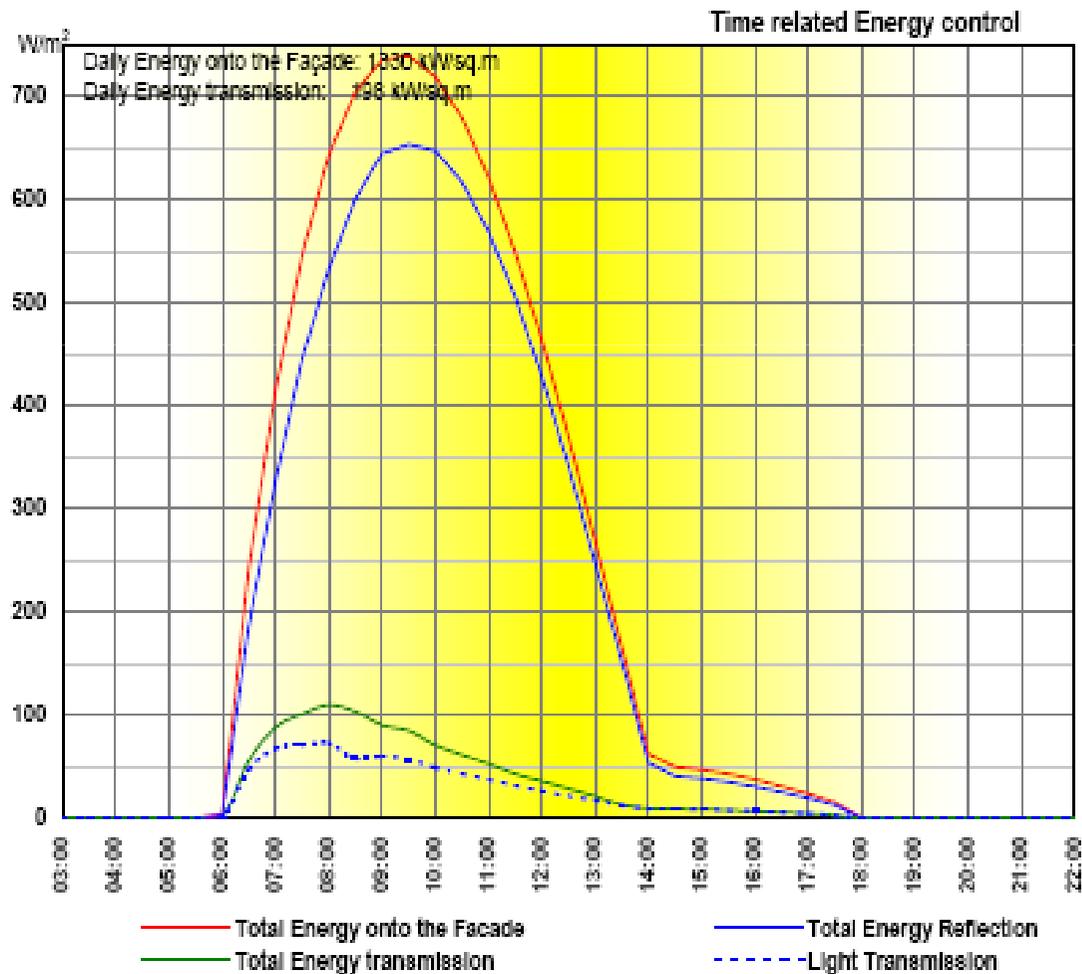
Globalstrahlung auf vertikale Außenflächen: Süd/Ost



Fassadenkonstruktion

Sonnenschutz - Retrosolar

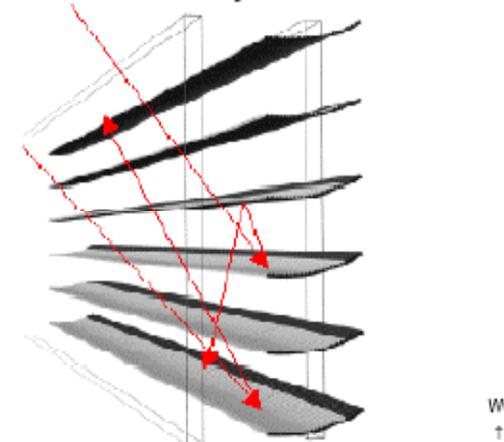
Direction of facade face: South-East



RetroFlexTherm

Day / Month:	21/3
Above Sea level [m.]:	100
Latitude [deg +N/-S]:	48
Longitude [deg +E/-W]:	18
Time Zone acc. to GMT:	1
Sky Clearness:	100,0%
Diffuse transmission of the system:	18,0%
Azimuth:	130,0°
Glass properties:	68/34

Rotation of the system: 15°



Energiesysteme

Zielsetzung:

- Individuelle Regelbarkeit: Temperatur, Beschattung
- Maximale Nutzung Erneuerbarer Energie
- Wärmerückgewinnung aus der Abluft
- Einsatz effizienter Bürogeräte
- Minimierung der Grauen Energie
- Optimale Energiekennzahl
- EU-Gebäuderichtlinie

Energiebedarf

Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Erdreich

Ergebnisse aus der Simulationsrechnung
von OVE ARUP:

Heizlast: 800 kW

Kühllast: 800 kW

→ 400 kW zur Kühlung der Zuluft

→ 400 kW für den Betrieb der Kühldecken

Kühldecken: max. 50 W/m² erforderlich

Haustechnik

für ein arbeitsgerechtes und gesundes Raumklima

- abgehängte Heiz- und Kühldecke
mit hoher Strahlungswirkung und wenig Konvektion
4-Rohr System
individuelle Regelung der Raumtemperatur
- Frischluftversorgung
durch kontrollierte Be- und Entlüftung (Büro: 1,5-
facher Luftwechsel/h)

Energieaufbringung

Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Erdreich

Folgende Energiequellen/Senken werden genutzt:

- 1) Fundamentpfähle 90 Stück zu je 10 m
- 2) Tiefsonden 46 Stück zu je 150 m
- 3) 2 Entnahmebrunnen 2 x 10 Liter/sek. max.
 1 Rückgabebrunnen

In die Pfähle und Tiefsonden wurde ein geschlossenes Rohrleitungssystem eingebaut in dem eine Absorberflüssigkeit zirkuliert: 80% Wasser+20% Glykol

Energieaufbringung Sonden und Pfähle

Ergebnis Simulation: EAG Linz
86 Pfähle und 50 Sonden à 120 m

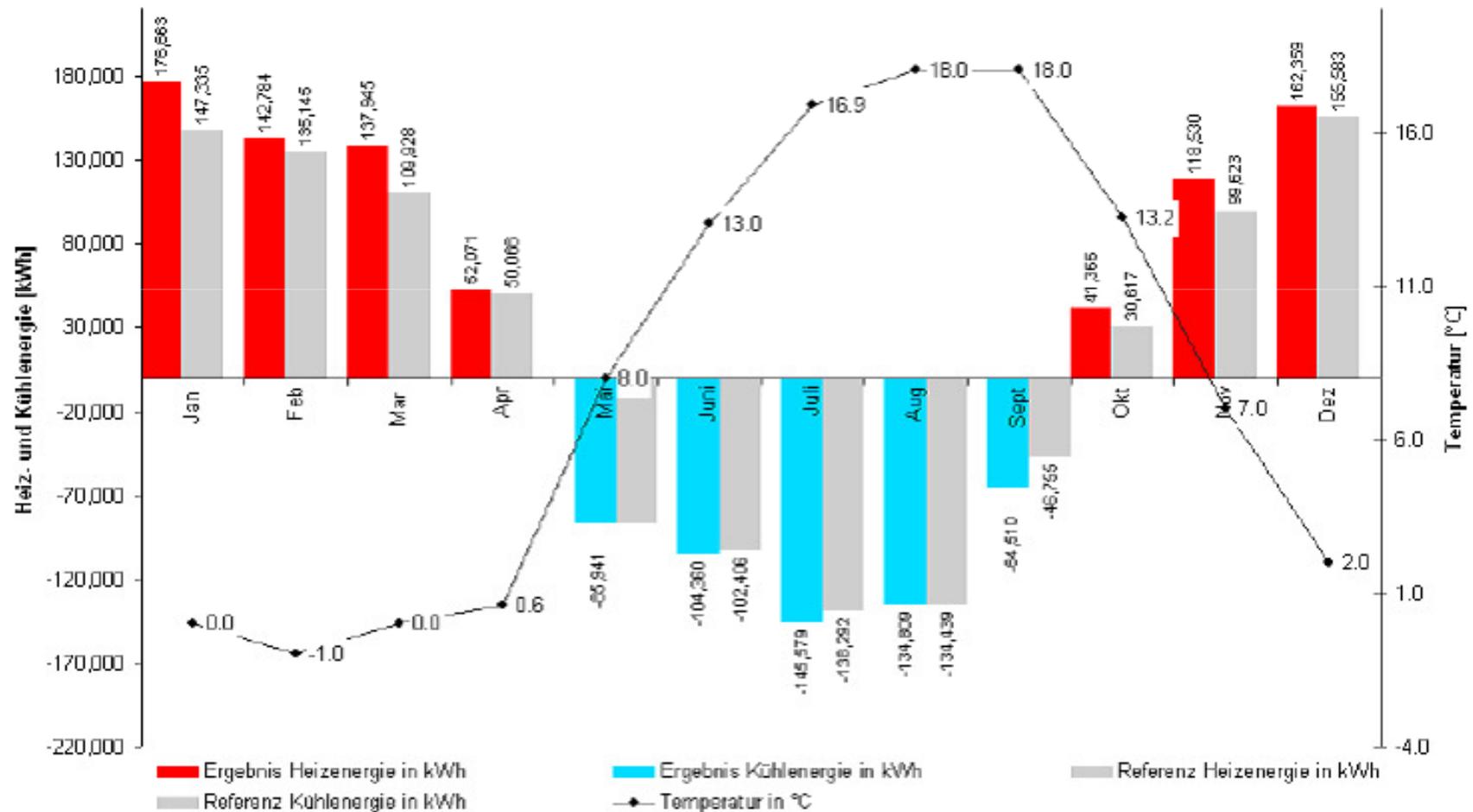
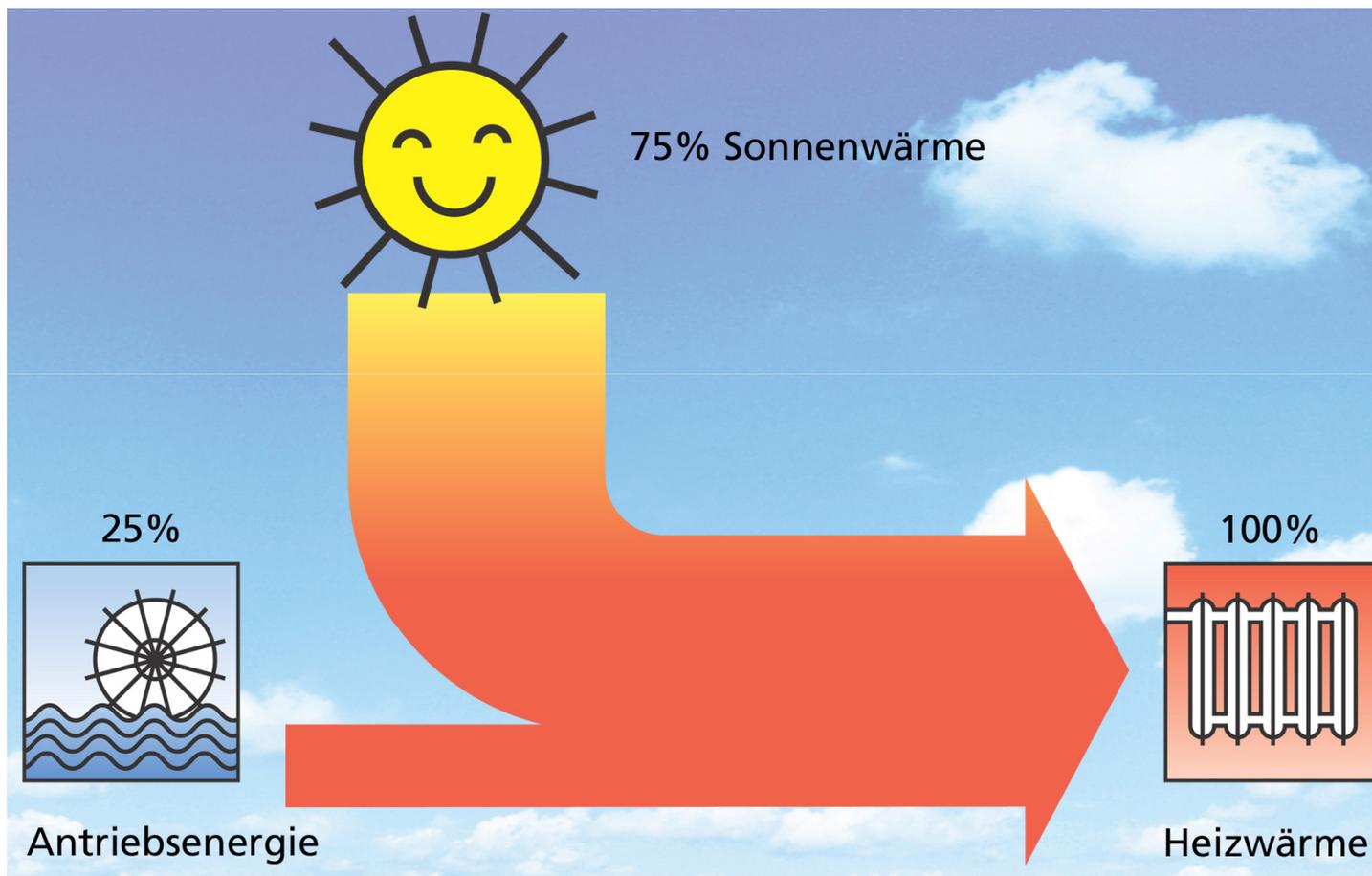


Abbildung 1: Monatliche Erträge Sonden EAG

Energieaufbringung



Energieaufbringung

Heizen mit der Wärmepumpe

Dem Erdreich wird Wärme entzogen und über die Wärmepumpe in die Büros „gepumpt“.

100 % Versorgung mit Erdwärme!

Mit 1 kWh Strom für den Antrieb der Wärmepumpe und 3 kWh emissionsfreier Erdwärme werden ca. 4 kWh Nutzwärme für die Gebäudeheizung gewonnen.

In die Büros kommt die Wärme über Niedertemperaturheizsystem (35°C) mit hohem Strahlungsanteil

Energieaufbringung

Kühlen mit „Erdkälte“

1) Freie Kühlung:

Über einen Wasserkreislauf wird die überschüssige Wärme aus den Büros abgeführt und in die Erdsonden verbracht (diese Wärme kann im Winter für die Heizung verwendet werden, Erdspeicher).

Mit 1 kWh Strom für die Umwälzpumpe können bis zu 50 kWh „Kälte“ transportiert werden.

In den Büros verwenden wir großflächige Kühldecken mit hohem Strahlungsanteil (geringe Luftbewegung)

Energieaufbringung

Kühlen mit „Erdkälte“

2) Umkehren der Wärmepumpe:

Wenn die Freie Kühlung im Laufe des Sommers wegen des Temperaturanstiegs im Erdreich zu Ende geht kann durch Umkehren des Wärmepumpenprozesses weiterhin Wärme aus den Büros in das Erdreich verfrachtet werden

Mit 1 kWh Strom können ca. 2 kWh Wärme aus den Büros abgeführt werden → 3 kWh ins Erdreich

Energieaufbringung

Kühlen mit „Erdkälte“

3) Rechenzentrum:

Aus dem leistungsfähigen Rechenzentrum der EAG müssen 100 kW Wärme (200 kW nach der Erweiterung) abgeführt werden.

2 Brunnen wurden für die Bereitstellung von Kühlwasser errichtet: 2 x 10 Liter / Sekunde max.

Die Rückgabetemperatur beträgt max. 18 °C.

(siehe Bescheid der Wasserrechtsverhandlung)

Energieaufbringung

Kühlen der Zuluft

Im Sommer wird die warme Umgebungsluft (32°C) vor dem Einblasen in die Büros auf die gewünschte Raumtemperatur abgekühlt (24°C):

Das erfolgt über eine konventionelle Kältemaschine mit Luftrückkühlern und mit

Adiabatische Kühlung der Zuluft (Einspritzen von kaltem Wasser in die Abluft)

Grundwassernutzung

Entnahme aus dem oberen freien Grundwasserstockwerk in den sandigen Kiesen der Niederterrasse und in den Austufensedimenten über der stauend wirkenden tertiären Schlierschicht.

Im Bereich der engeren Umgebung des Baukörpers:

Mächtigkeit des Grundwasserkörpers: 5 – 7 m

Strömung: N45°E

Gefälle: 3,5 ‰

Grundwassertemperatur: ca. 11 – 12 °C

Ergebnis von Bohrlochmessungen,
3 Probebrunnen 13m, 36m, 120m
und früheren Untersuchungen

Geologie

Ergebnis von 2 Aufschlussbohrungen:

- 1a: 0,0 – 0,5 m Anschüttung, locker bis sehr locker
- 1b: 0,0 - 4,4 m Kies, sandig, schluffig locker bis mitteldicht
- 2: 4,4 – 12,3 m Kies sandig, mitteldicht bis dicht gelagert
- 3: 12,3 – 14,5 m Schlier steif - halbfest
- 4: 14,5 – 32,7 m Linzer Sande dicht bis sehr dicht
- 5: 32,7 – unbekannt: Gneis aufgelockert und kompakter Fels mit mächtiger autochtoner Zersetzungsschwarte an der Oberfläche bis ca. 50 m unter Gelände

Energieaufbringung



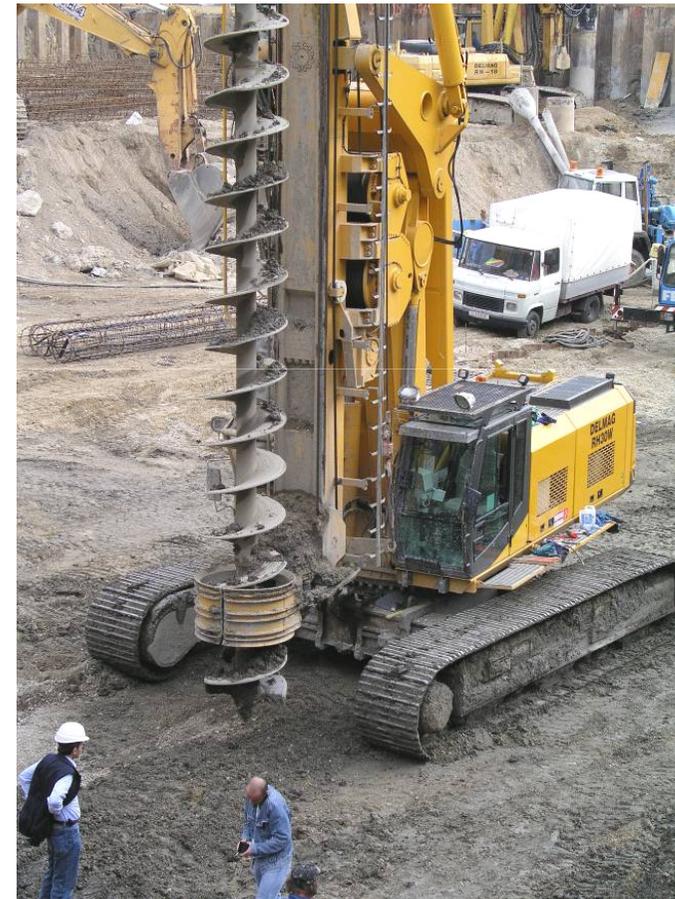
Errichtung Tiefsonden:

Foto:
Niederbringen der Tiefsonden
Sondenbohrung bis 150 m Tiefe
46 Tiefsonden
2 U-Rohre/Bohrung

Fa. Forster, St. Florian

Energieaufbringung

Errichtung Energiepfähle:
ca. 50% der Fundamentpfähle
10 m tief, d= 90 cm
Fa. Enercret

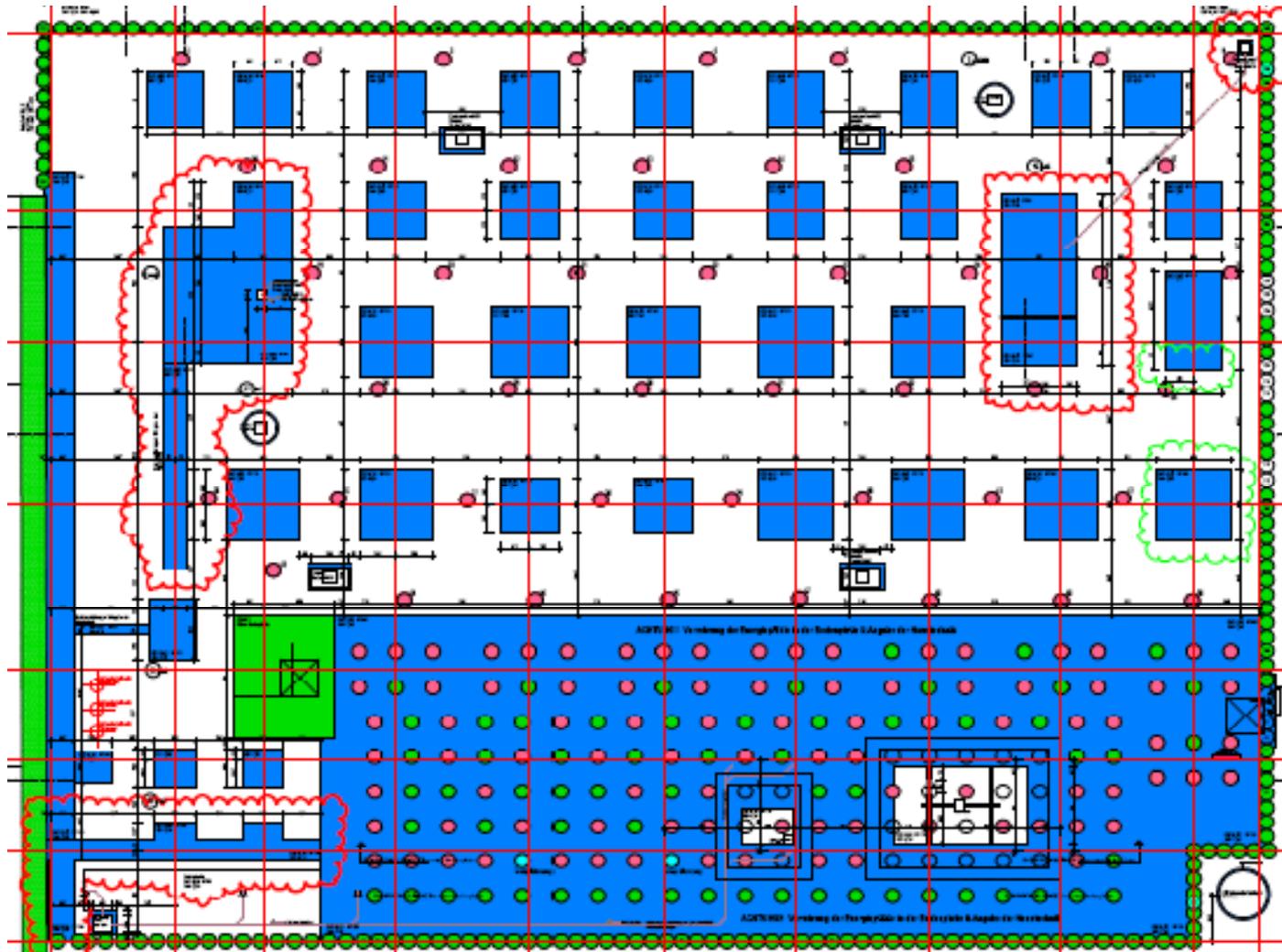


Je 2 Pfähle sind hydraulisch in Serie geschaltet

Energiepfähle

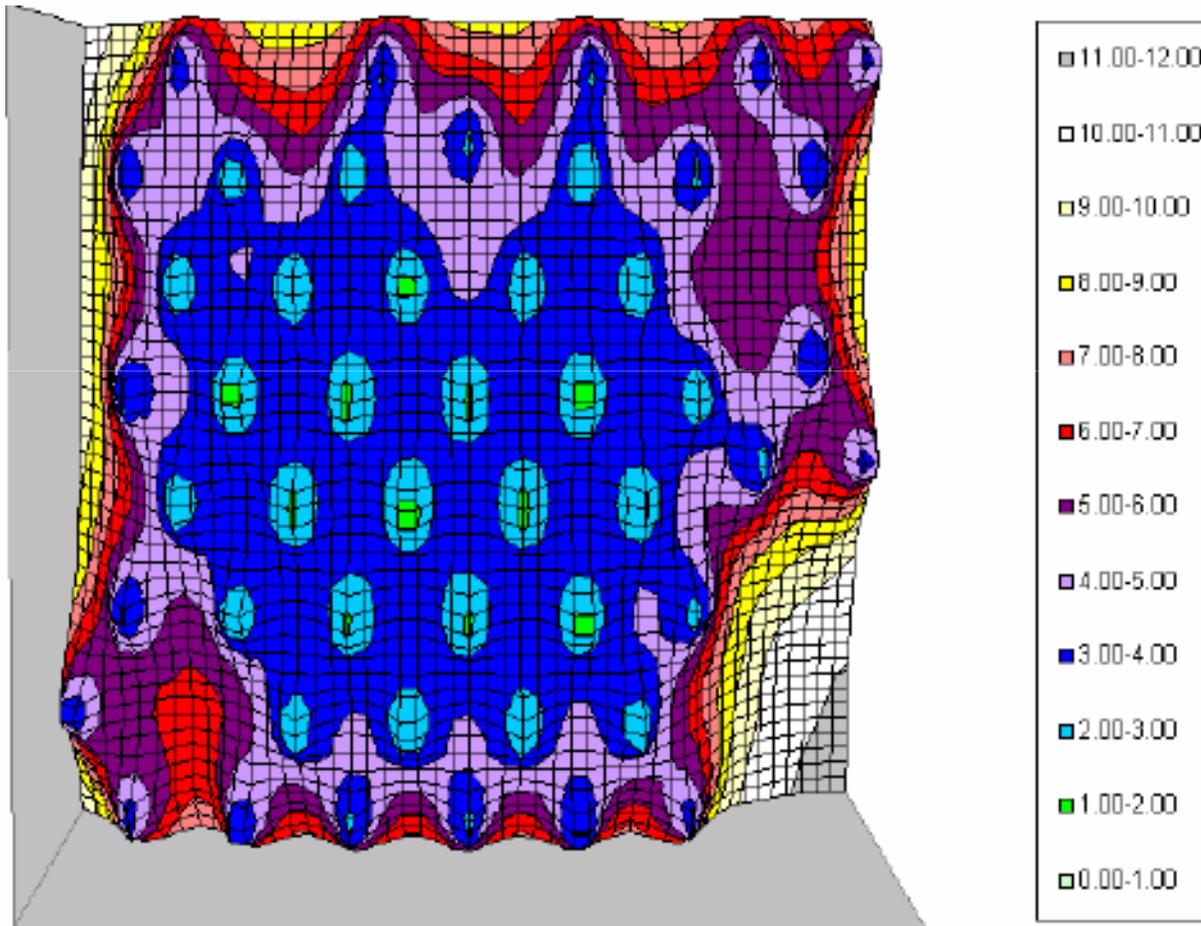


Lage der Energiepfähle und Tiefsonden



Sonden und Pfähle

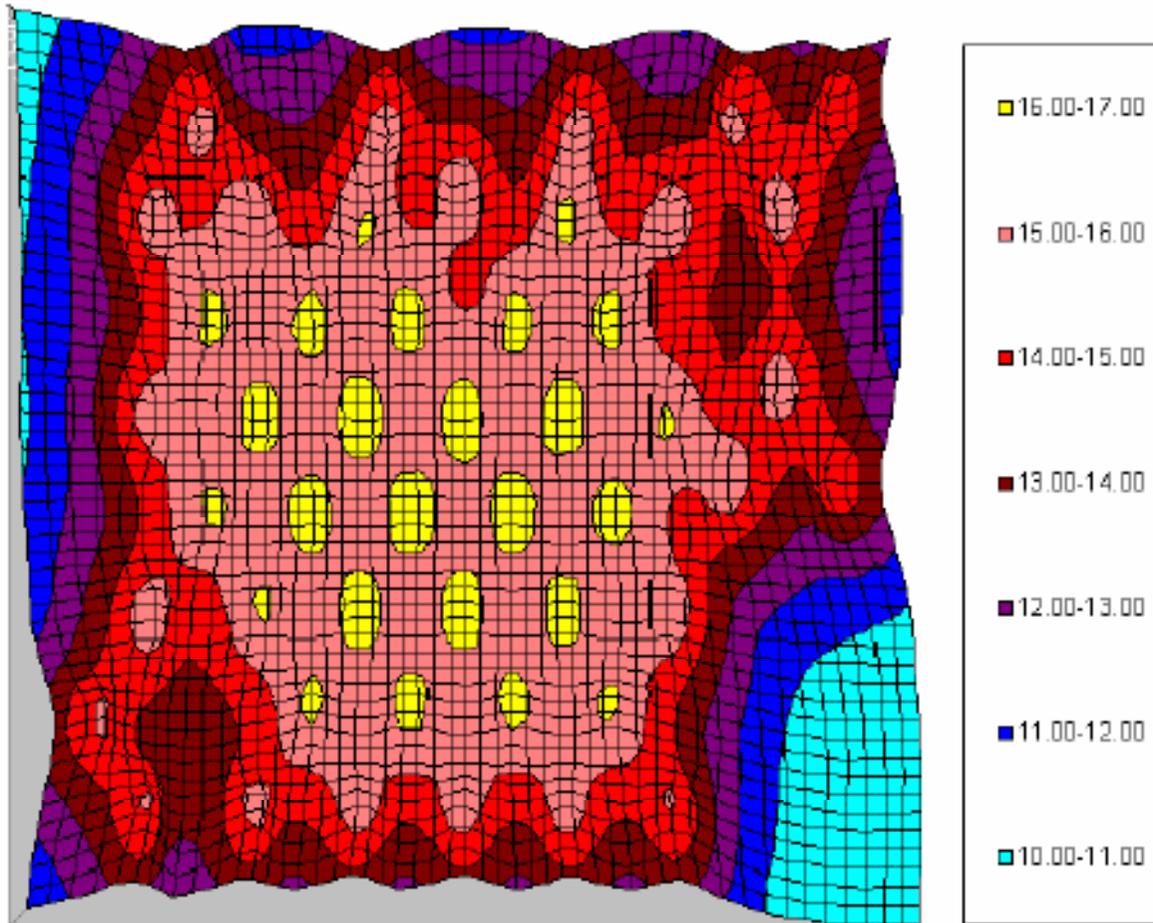
Temperaturverteilung 1. Feber



Simulation von ENERCRET

Sonden und Pfähle

Temperaturverteilung 1. August



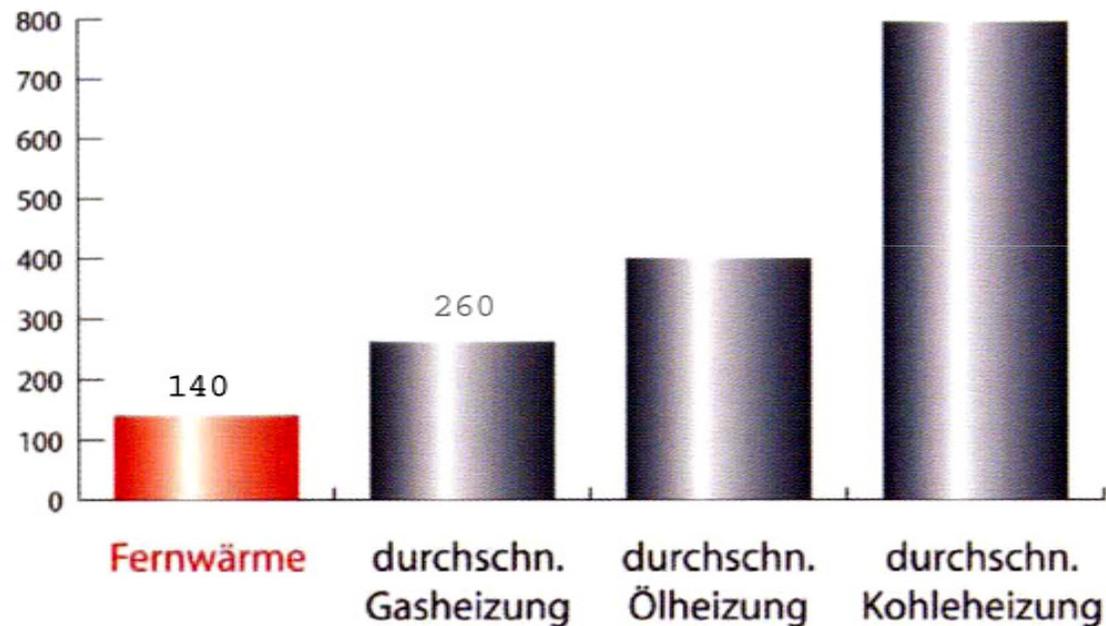
Simulation von ENERCRET

Sondenverteiler



CO₂-Emissionen im Vergleich

CO₂-Emissionen unterschiedlicher Heizungsformen
(in kg CO₂/MWh)



Quelle: Fachverband Gas Wärme, 2004

Zum Vergleich:

WP: 0,063 bis 0,083 kg CO₂/kWh th.

(Heizperiode: COP 4 bzw.3)

Energieaufbringung

Photovoltaik:

Die Südfassade wird mit Solarpaneelen ausgestattet

Fläche: ca. 638 m²

Spitzenleistung: ca. 66 kW

Stromertrag: ca. 41.500 kWh/Jahr

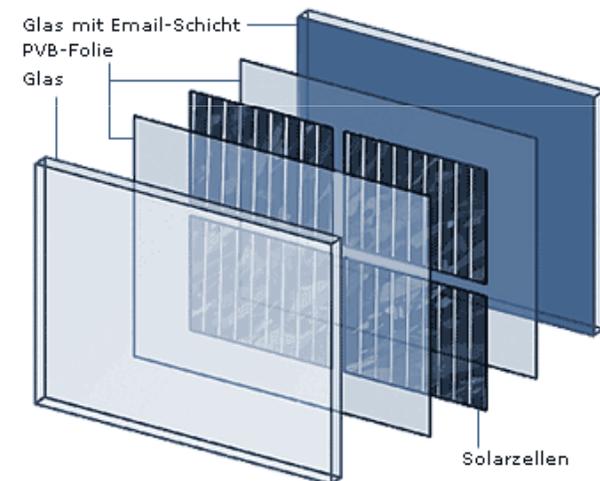
Solarzellen: kristalline Siliziumzeller

Vorteile:

Doppelnutzen der Fassade

Wetterschutz und Stromproduktion

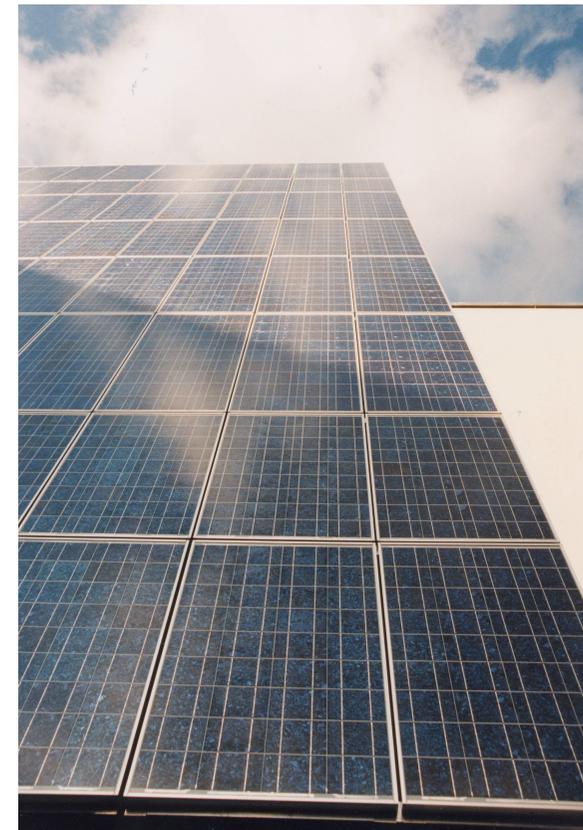
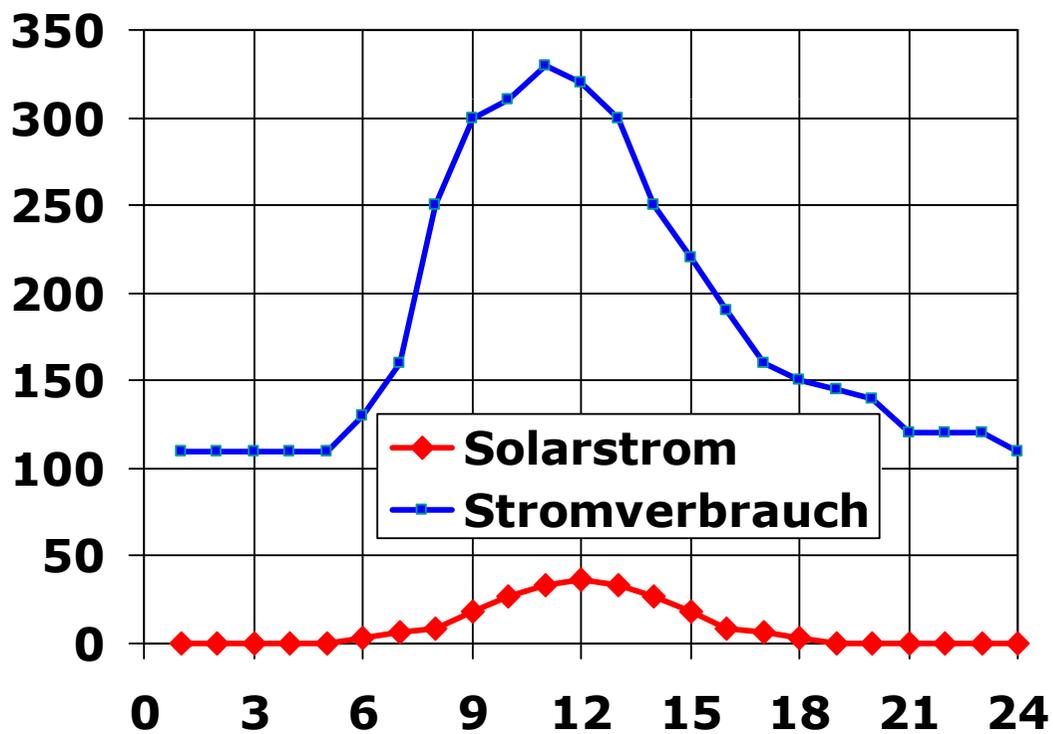
Solarstromproduktionskurve verläuft parallel zum Lastgang eines Bürogebäudes (werktags)



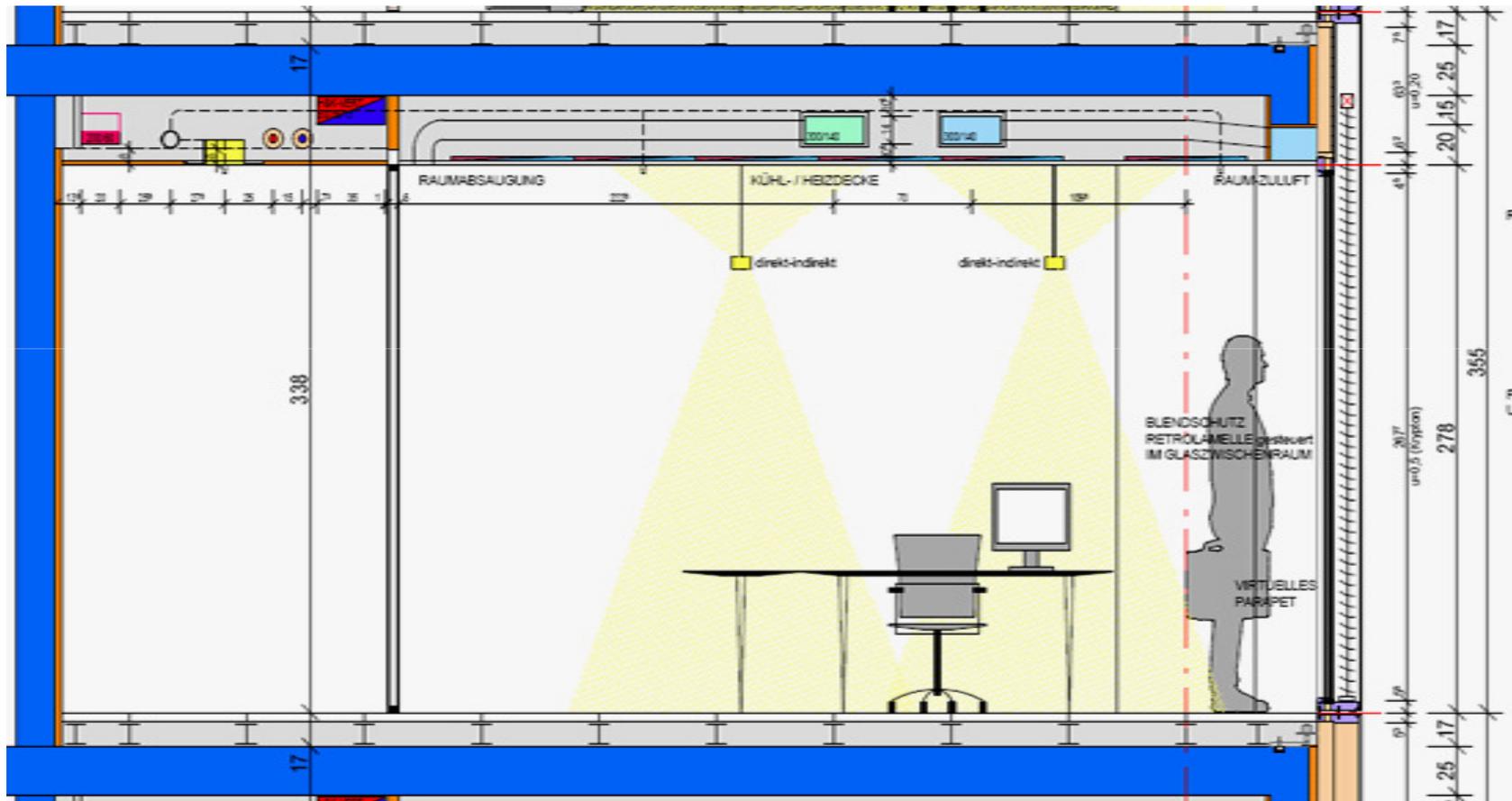
Energieaufbringung

Photovoltaik:

Solarstromproduktionskurve vs. Lastgang eines Bürogebäudes (werktags)



Haustechnik Beleuchtung, Sonnenschutz



Bürobeleuchtung: 10 W/m² Steuerung Luxmate

Energiesysteme

Lüftung:

Keine Powerklimaanlage !

Lüftung dient nur dem hygienischen Erfordernis

Büro: 1,5 Luftwechsel/Stunde, regelbar

Geringe Luftgeschwindigkeiten im Büro, keine Zugluft

Luftzufuhr auf Raumtemperaturniveau

70% Wärmerückgewinnung aus der warmen Abluft

Adiabatische Kühlung der Zuluft (Einspritzen von kaltem Wasser in die Abluft)

Befeuchtung der Zuluft im Winter

Entfeuchtung im Sommer

Beleuchtung: 10 W/m²

Danke für Ihr Interesse

