

Energieeffiziente Sanierung und klimaangepasstes Bauen: Evaluierung und "lessons learned"

Marco Schmidt, 13.10.2020, Tschechien





EnOB
Research for
Energy Optimized Building

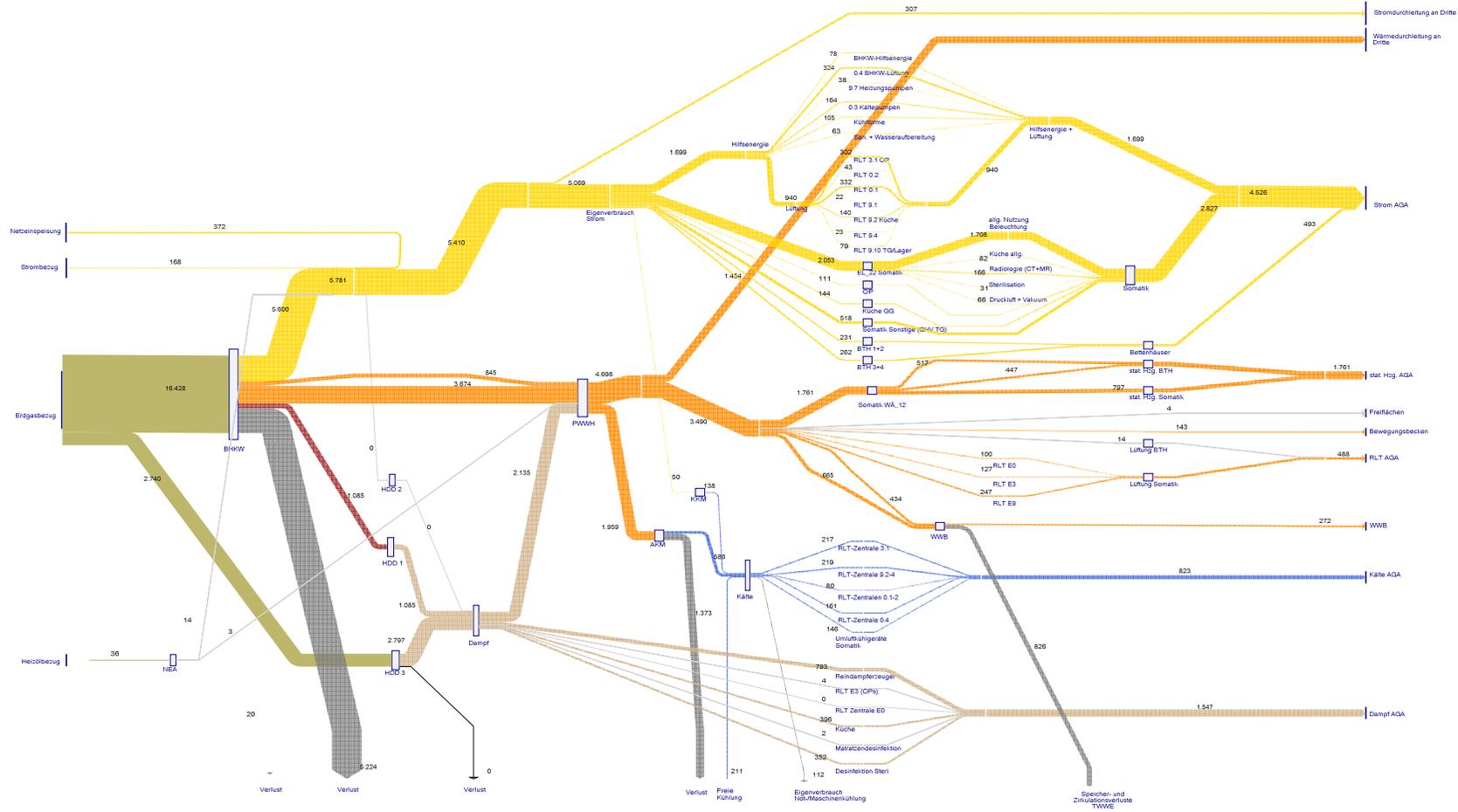
Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag

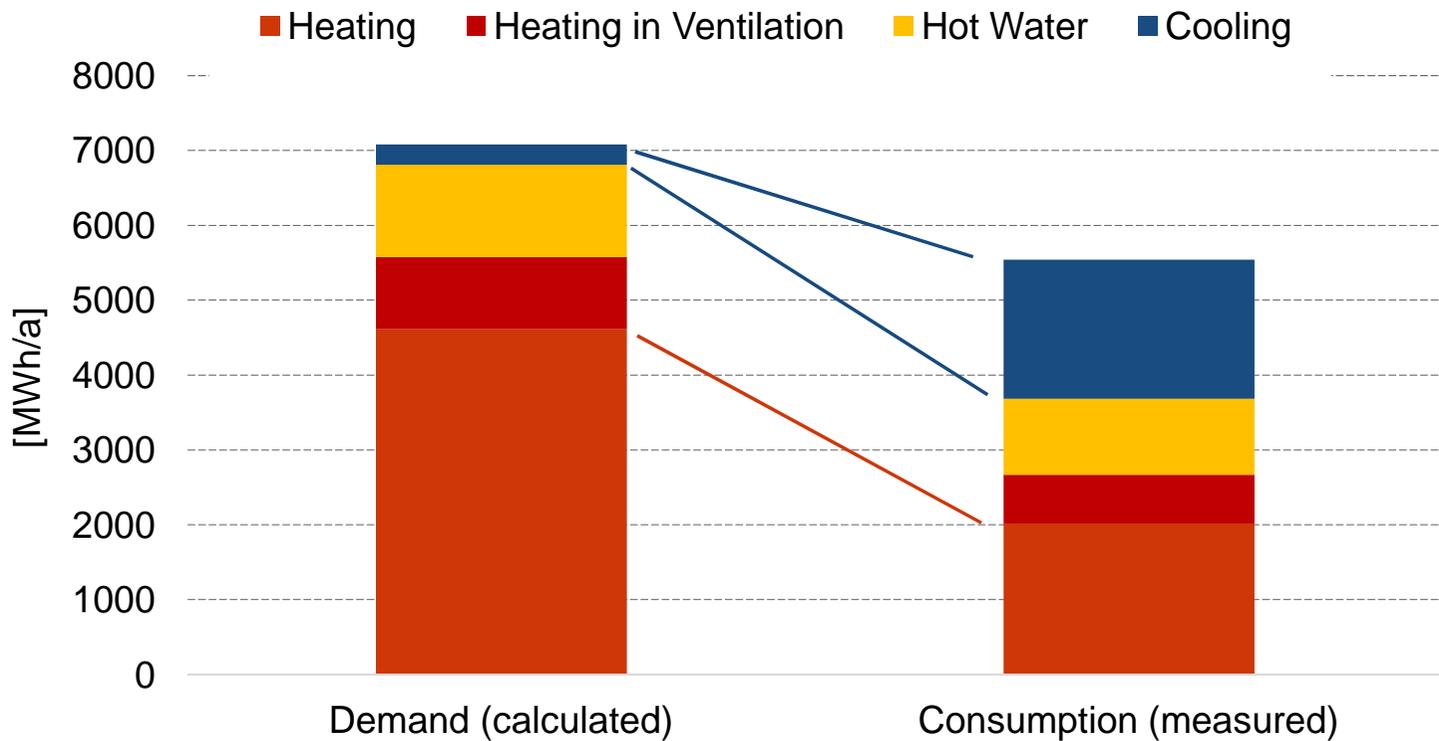
Sankey- Energieverbrauchsstruktur Krankenhaus Agatharied 2014 in MWh (34900 m² NGF)



Krankenhaus Agatharied

Vergleich Wärme und Kälte

Bedarf nach DIN V 18599 und gemessener Verbrauch in MWh/a





Plusenergiegebäude Umweltbundesamt (UBA) Dessau



Federal Institute for
Research on Building,
Urban Affairs and
Spatial Development

within the Federal Office for
Building and Regional Planning



Plusenergiegebäude Umweltbundesamt Dessau

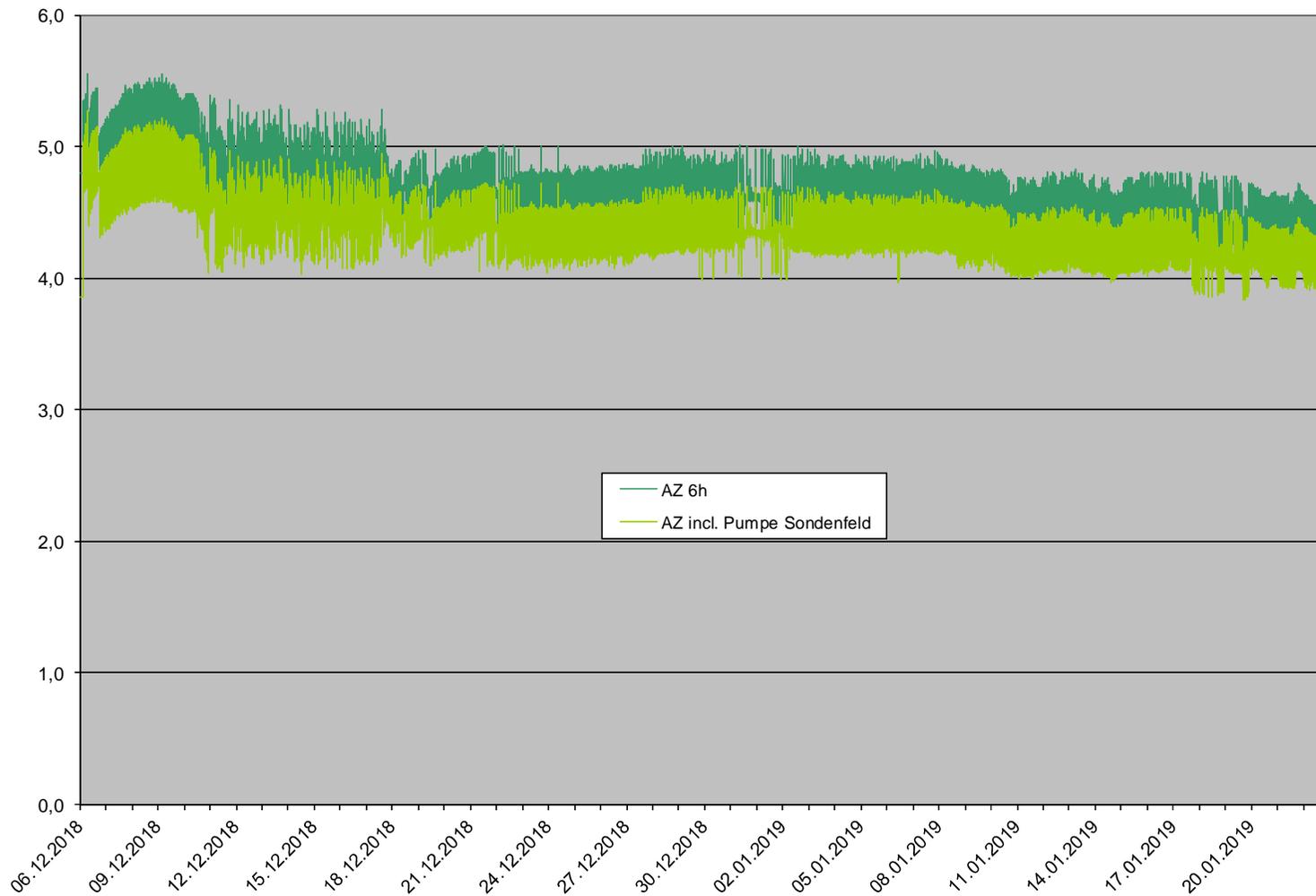
- Architekt: Anderhalten Architekten, Berlin
- TGA: Winter Ingenieure, Berlin
- Gesamtkosten: ca. 14 Mio. Euro
- Nutzfläche 2247 m², Bruttogrundfläche 4780 m²
- PV Dach 57,4 kWp, PV Fassade 74,7 kWp
- Propan-Wärmepumpe 53 kW, 32 Erdwärmesonden Tiefe 25 m
- Primärenergiebedarf 32,8 kWh/ (m²a), 76 % unter Anforderung EnEV
- Monitoring/ Evaluierung: BBSR



Federal Institute for
Research on Building,
Urban Affairs and
Spatial Development

within the Federal Office for
Building and Regional Planning





Arbeitszahlen 2019

Erweiterungsbau UBA Dessau

Propan-Wärmepumpe
Futron 53 kW: **4,6**

32 Erdwärmesonden Tiefe 25 m

Arbeitszahlen für Kälte aus dem
Sondenfeld im Sommer: **25**



Berlin (West): Bis 1989 diverse Modellprojekte des ökologischen Bauens (Solarthermie, Photovoltaik, Blockheizkraftwerke, Grauwasserrecycling, Regenwassernutzung, Hof-, Dach- Fassadenbegrünung)

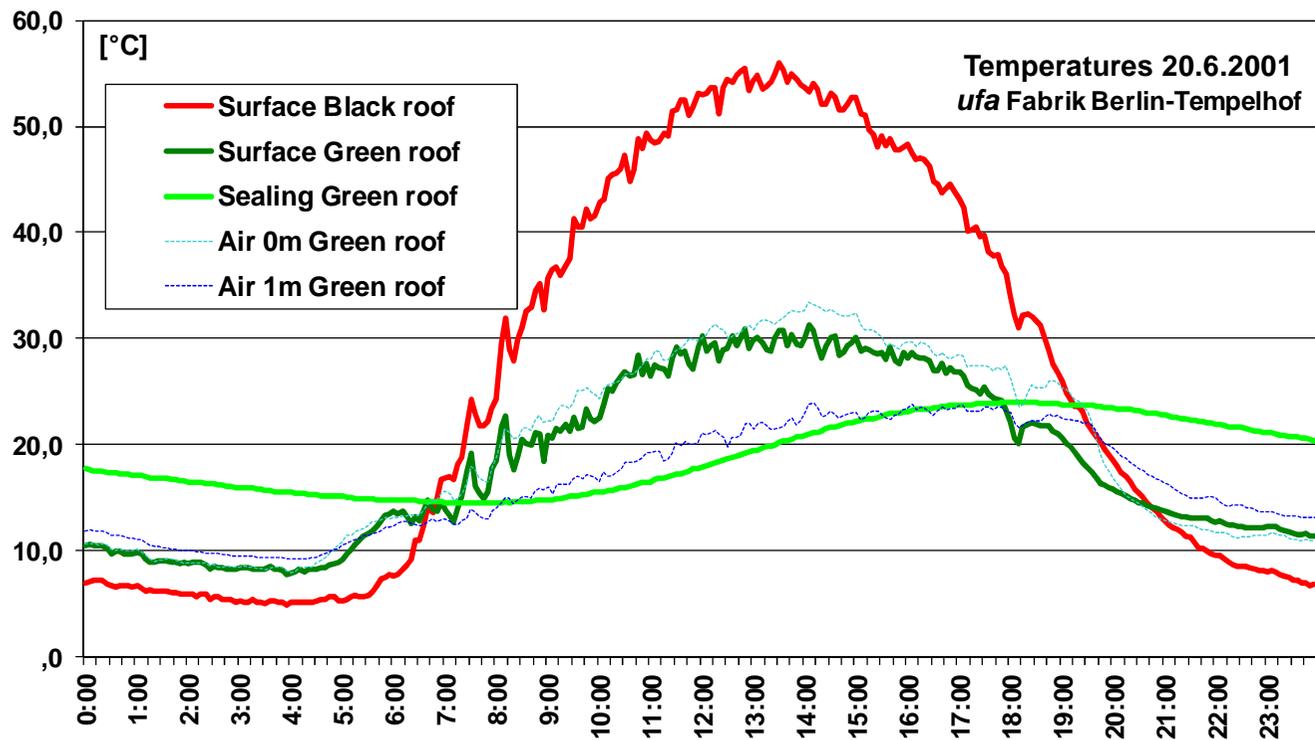


Block 108 Berlin- Kreuzberg 1983



Block 108 Behutsame Stadterneuerung 1987

Unterschied in den Oberflächentemperaturen unbegrüntes – begrüntes Dach (Infrarot- Messungen)





**Synergie von
Photovoltaik mit
Dachbegrünung**

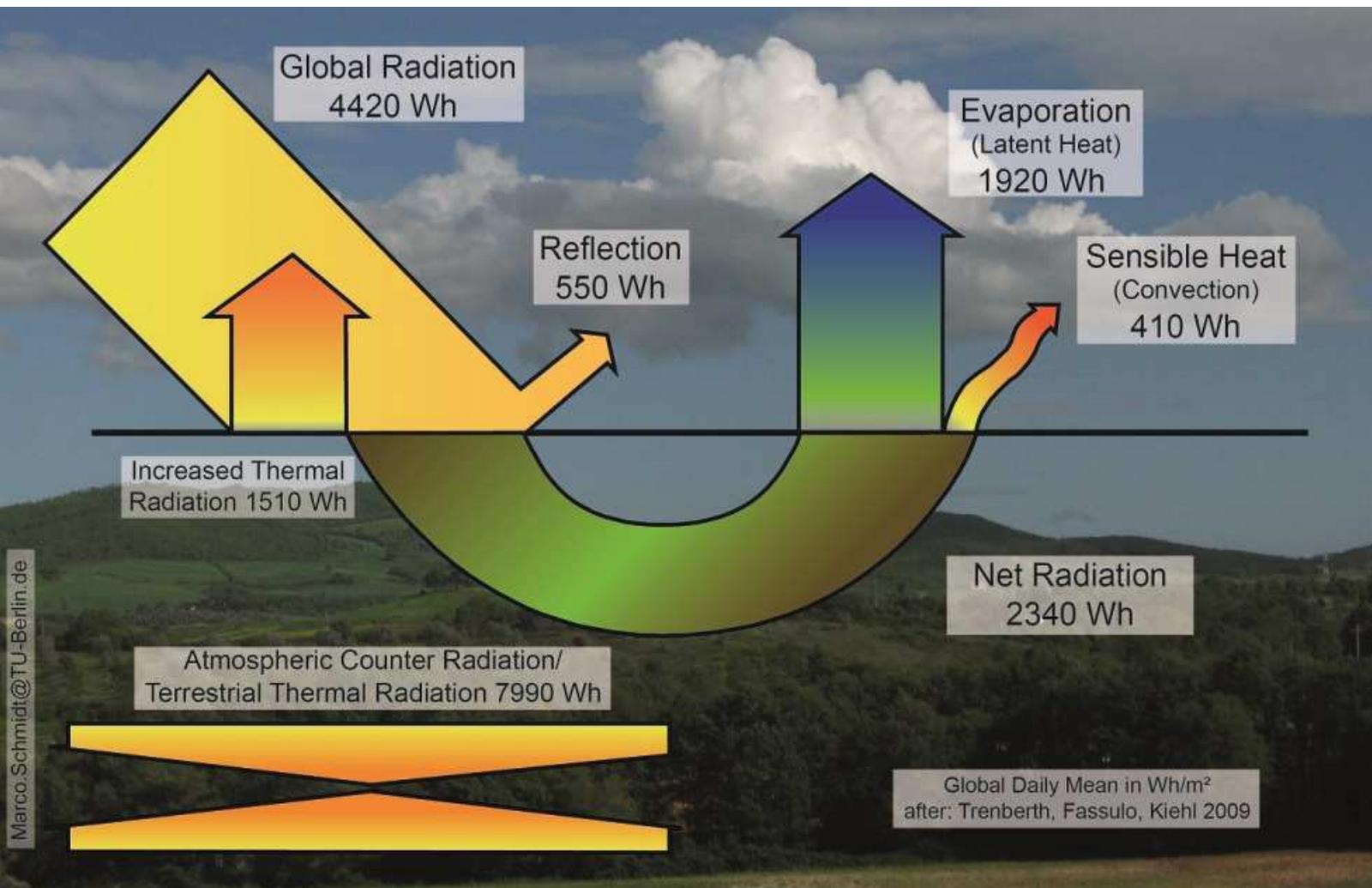


Globale Strahlungsbilanz

Durchschnitt eines Quadratmeters weltweit

Die globale Energiebilanz an der Erdoberfläche wird mit 43% dominiert von Verdunstung und Kondensation

Daten nach Trenberth, Fassulo, Kiehl 2009

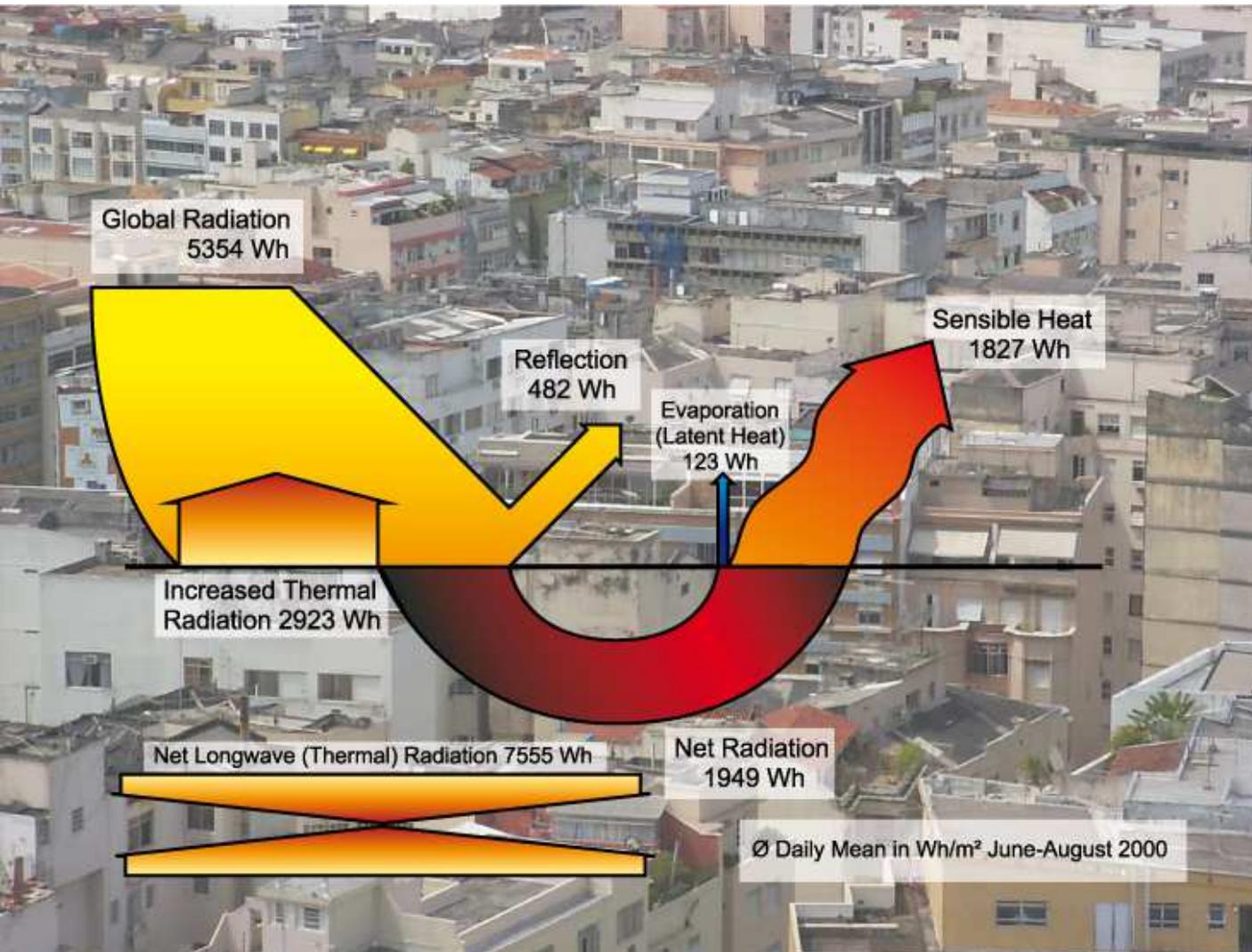


Strahlungsbilanz urbaner Gebiete

am Beispiel: Bitumendach

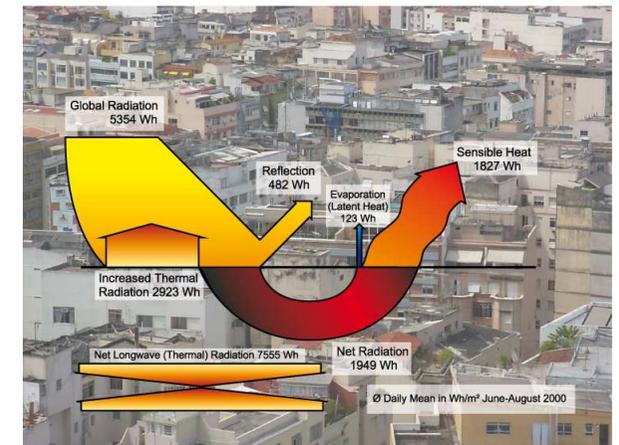
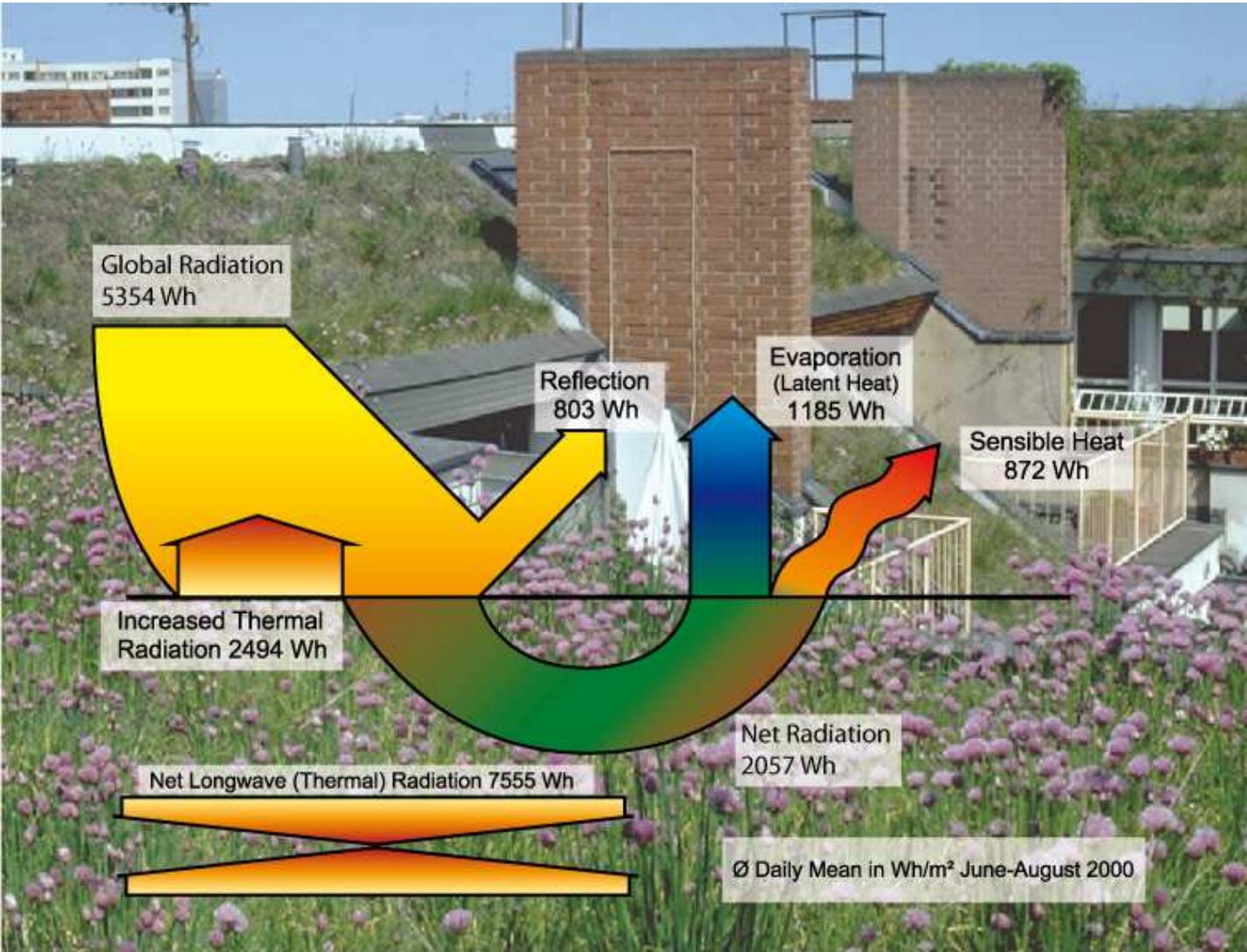
Urban Heat Island Effect Urbane Hitzeinsel

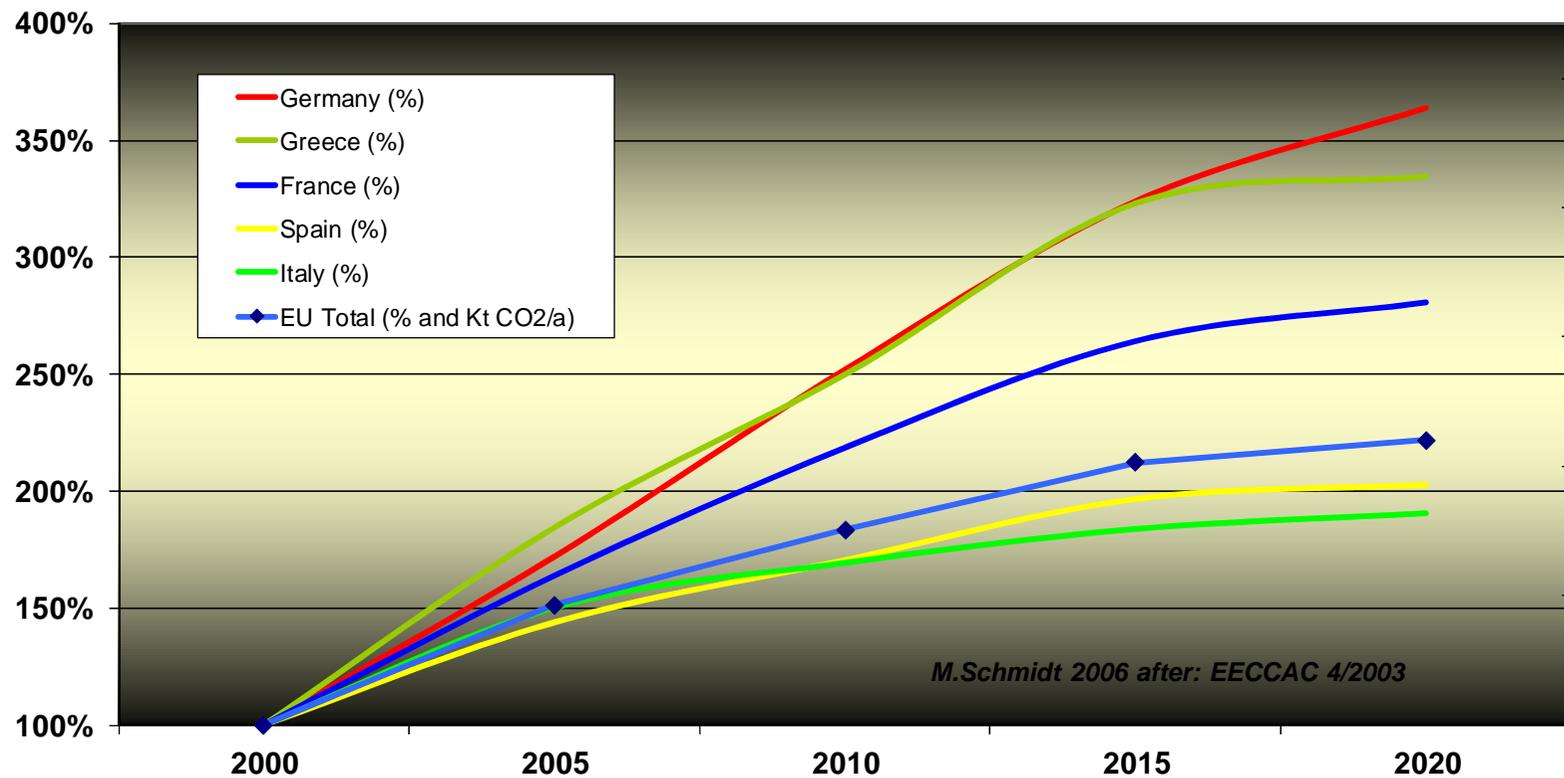
Regenwasser wird in die
Kanalisation abgeleitet
und steht dem
Verdunstungsprozess
nicht zur Verfügung



Strahlungsbilanz extensiv begrüntes Dach

Ein extensiv begrüntes Dach wandelt in den Sommermonaten bereits 58% der Nettostrahlung um in die Verdunstung von Wasser





Ziel: Reduzierung des Energieverbrauchs von Gebäuden bis 2020: 50%

Zielkonflikt: Erhöhung des Energieverbrauchs zur Gebäudekühlung: 260%

Quelle: Energy Efficiency and Certification of Central Air Conditioners (EECCAC) Study for the D.G. Transportation-Energy (DGTREN) of the Commission of the E.U.

Gründe für die Erhöhung des Kältebedarfs

1: Erhöhung des Glasanteils bei Gebäuden

2: Reduzierung der Wärmekapazität durch Nutzung von Leichtbaumaterialien

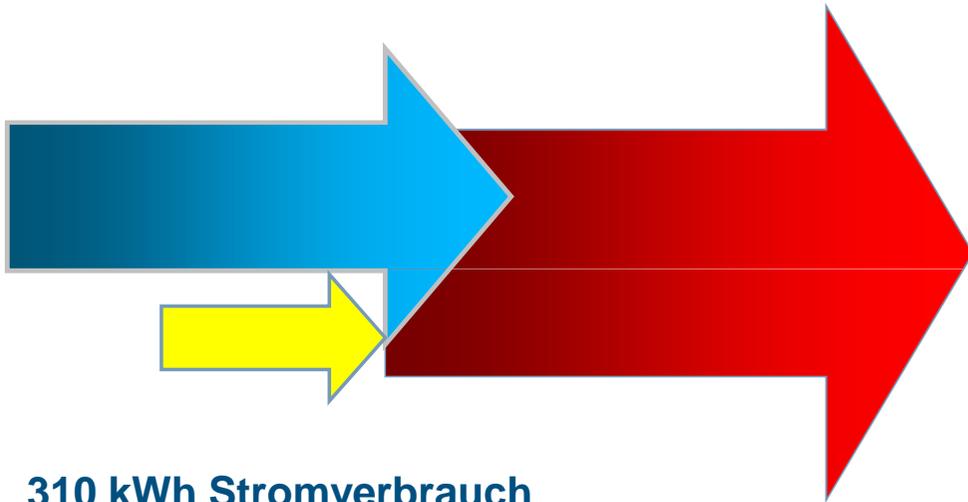
3: Erhöhter Stromverbrauch im Gebäude

4: Erhöhung des “Urban Heat Island Effectes”

5: Globale Klimaänderung

Nie Strom verwenden zur Gebäudekühlung !

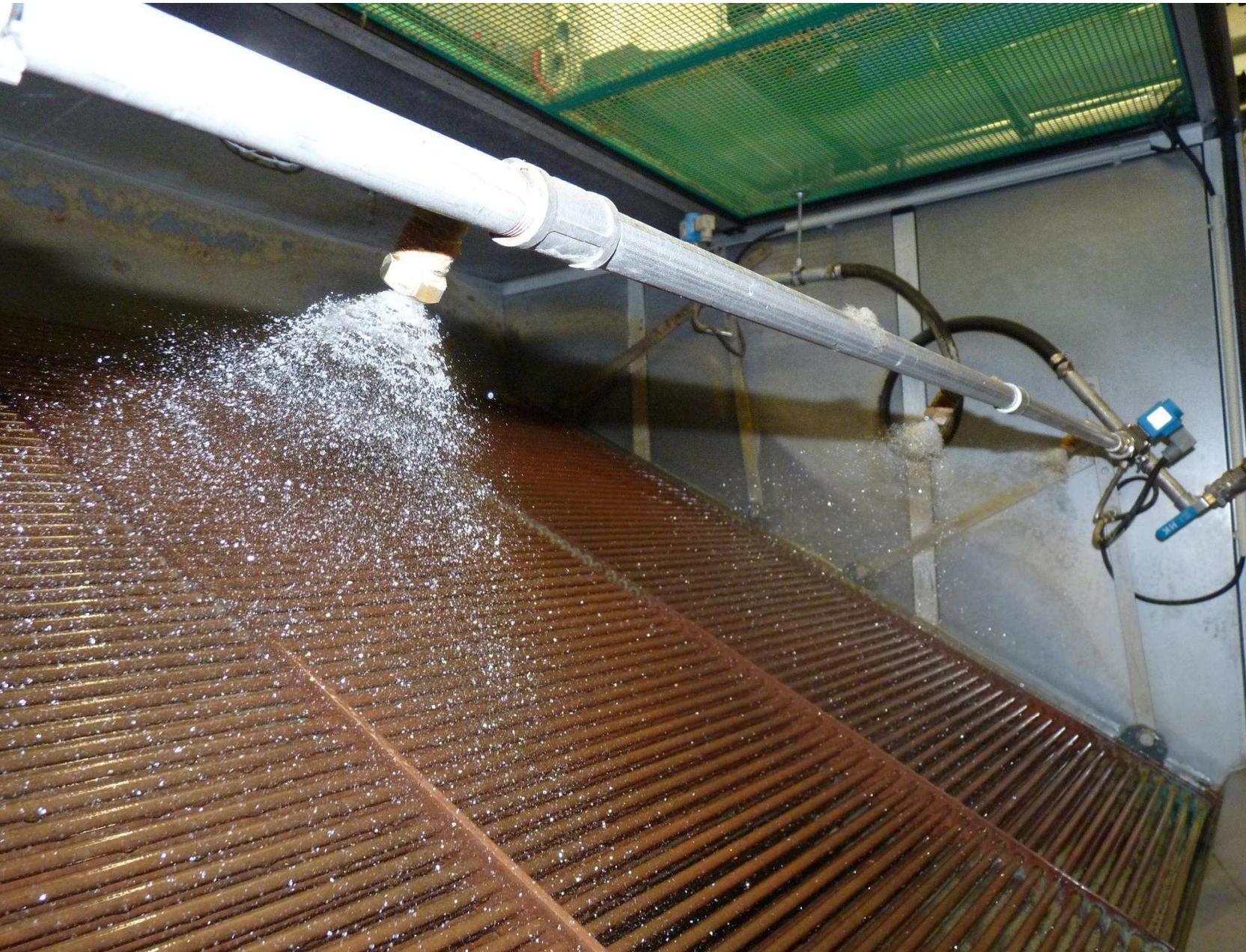
680 kWh Kälte



310 kWh Stromverbrauch
(Wärmezahl COP 2,2)



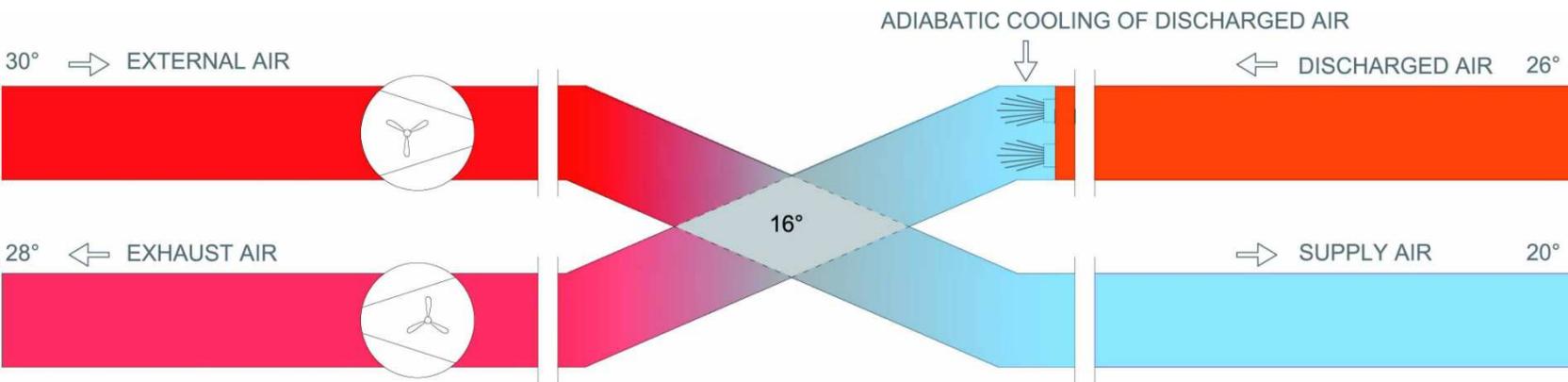
990 kWh
Abwärme im
Aussenbereich



**Ganzjährig freie
Kühlung über
Verdunstungskälte**

**Luft-Wasser
Wärmetauscher**

**Gebäude der
Böll-Stiftung, Berlin**



(Indirekte) Adiabate Abluftkühlung

Luft-Luft Wärmetauscher



Institut für Physik der
Humboldt-Universität Berlin

Kostenvergleich Kälteerzeugung (deutsche Preise) für 1000 kWh

1 g H₂O: 2450 J = 2450 Ws

1 m³ = 2450 MJ = 680 kWh

Adiabate Kühlung: 7,24 €

(Strom: 0,185 €/kWh)

(Wasser: 2,22 €/m³)

(Abwasser: 2,57 €/m³)

Kompressionskälte: 90,24 €

(Strom: 0,185 €/kWh COP 2,05)

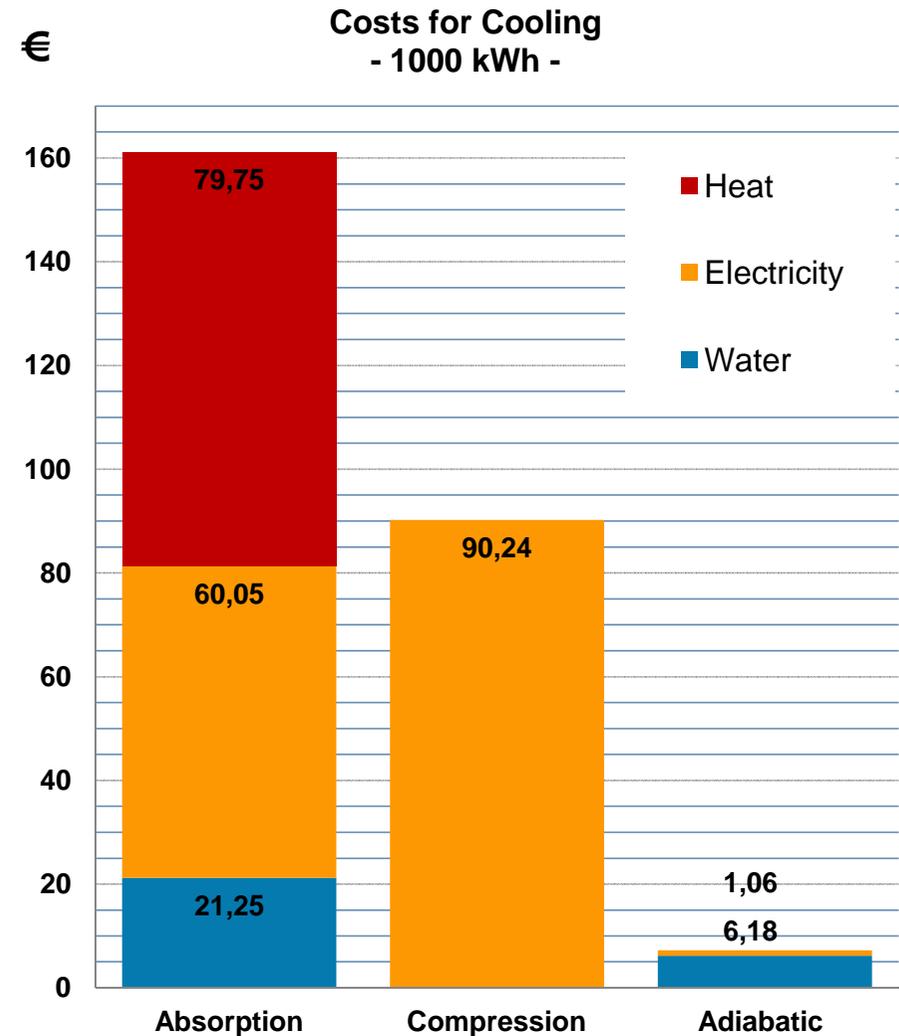
Absorptionskälte: 161,05 €

(Wärme: 0,0376 €/kWh COP 0,47)

(Strom: 0,185 €/kWh)

(Wasser: 2,22 €/m³)

(Abwasser: 2,57 €/m³)



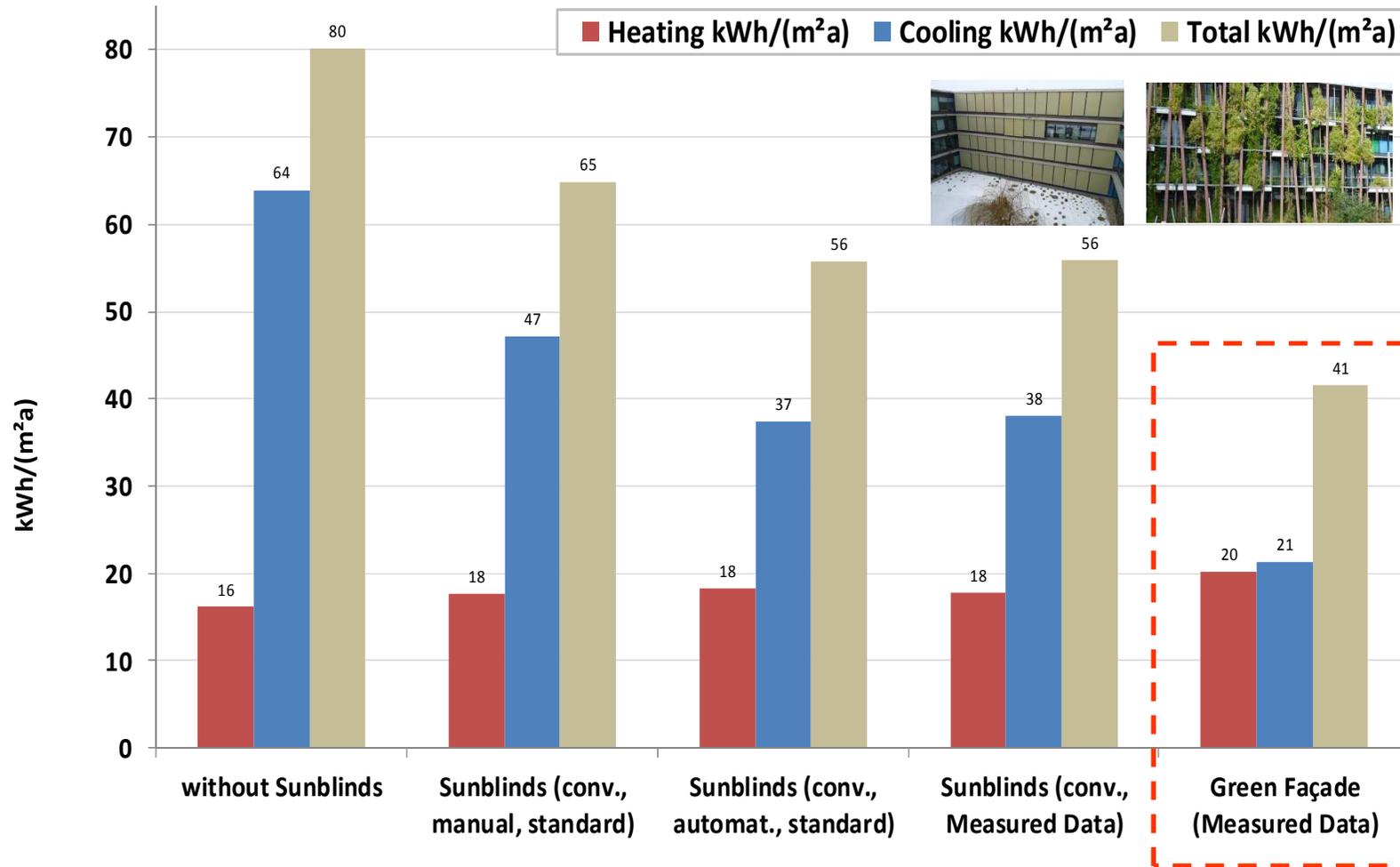


Betriebskosten: 1.300 €/a

Betriebskosten: 16.525 €/a

**Betriebskostenvergleich
konventioneller
Sonnenschutz
mit Fassadenbegrünung**

**Institut für Physik
der Humboldt-Universität
Berlin-Adlershof**

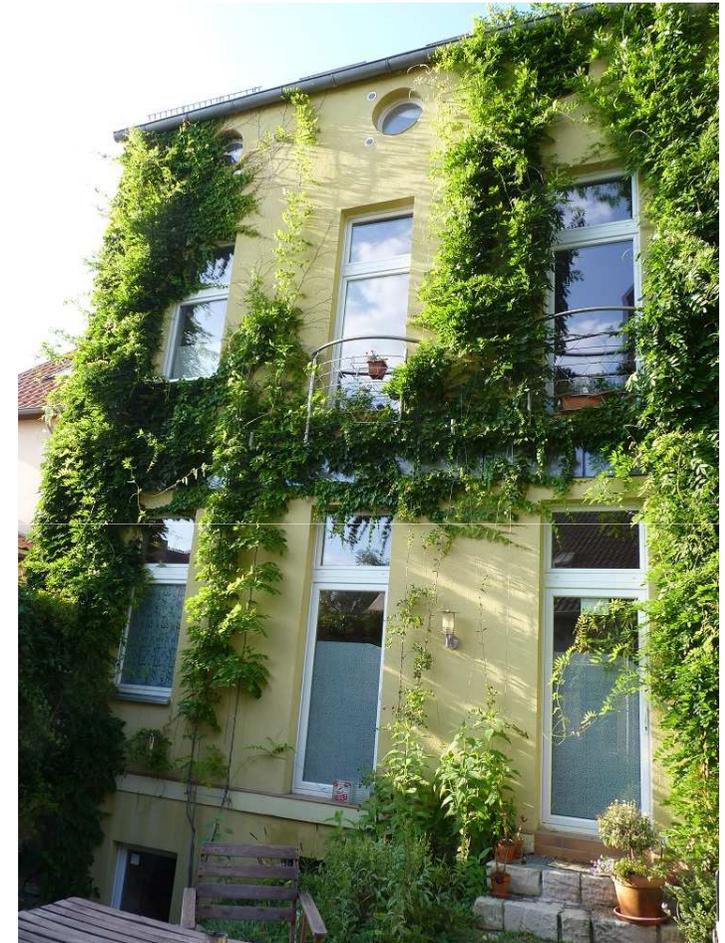
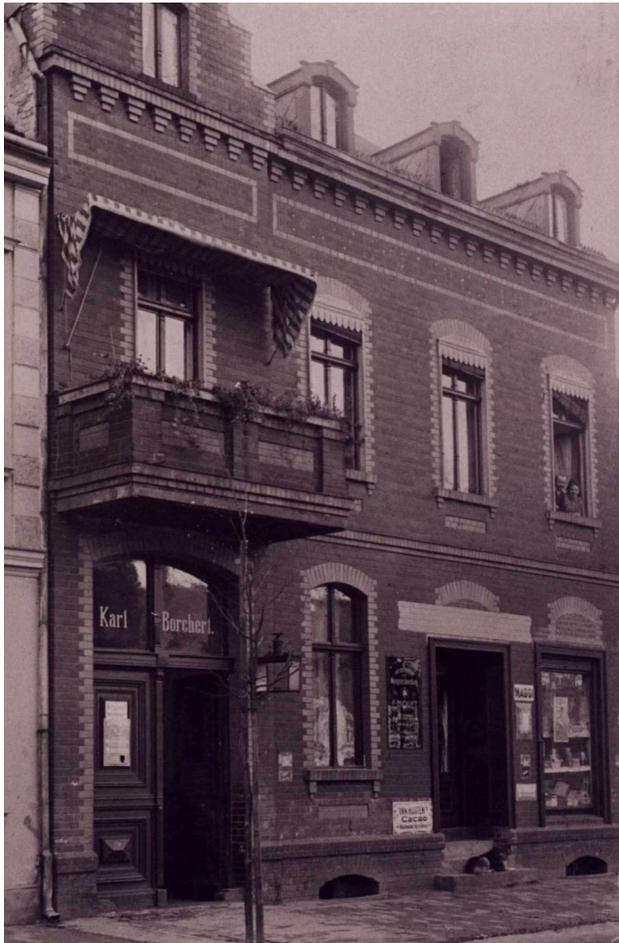


Primärenergiebedarf für Heizen und Kühlen im Vergleich verschiedener Sonnenschutzsysteme (nach DIN V 18599)



Institut für Physik,
Humboldt-Universität
Berlin-Adlershof

Ehemaliges Reichspostamt (1880), Rathaus (1930), Bürogebäude (2020)



Sanierungsmaßnahmen:

- Innendämmung Straßenseite
- Giebeldämmung außen
- Außendämmung Hofseite
- Transluzente Wärmedämmung
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Solarthermie, Photovoltaik
- Wärmerückgewinnung aus Grauwasser
- Regenwassernutzung
- Adiabate Abluftkühlung
- Gebäudebegrünung



Niedrigenergiehaus im Bestand

- Gebäudenutzfläche: 639 m²
- beheiztes Gebäudevolumen: 1997 m³
- Primärenergiebedarf vor Sanierung: 320 kWh/m²a
- Berechneter Endenergiebedarf nach Sanierung : 54,8 kWh/m²a
Primärenergiebedarf: 64,2 kWh/m²a
- Davon Strom: 2,6 kWh/m²a
- Gemessener Verbrauch: 46,0 kWh/m²a
- Solarthermischer Ertrag: 5,57 kWh/m²a
- Davon gemessene solare Heizungsunterstützung: 1,26 kWh/m²a



- Sanierung der Streichbalken vor Ausführung der Innendämmung
- Problem bei Innendämmung: Taupunkt an Balkenköpfen !

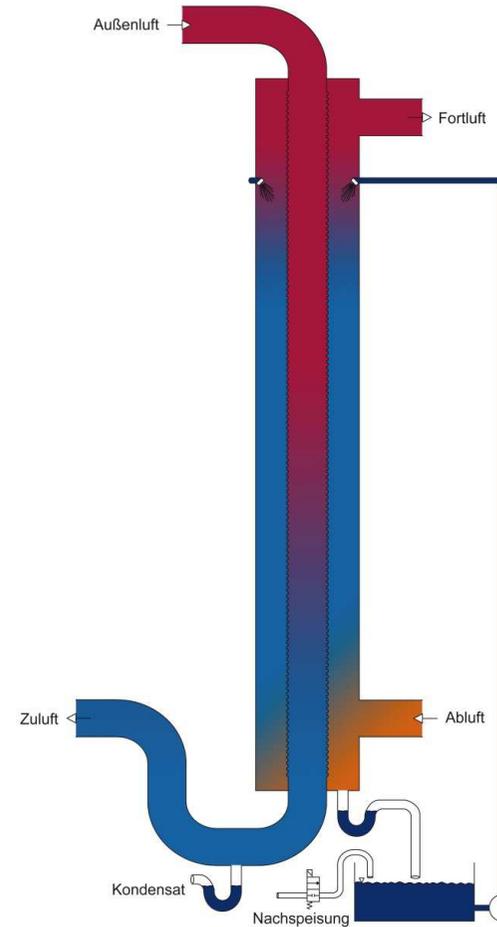


Emission von Feuchtigkeit in einem Einfamilienhaus:
ca. 10 Liter pro Tag

Für die Heizperiode: 1,8 m³

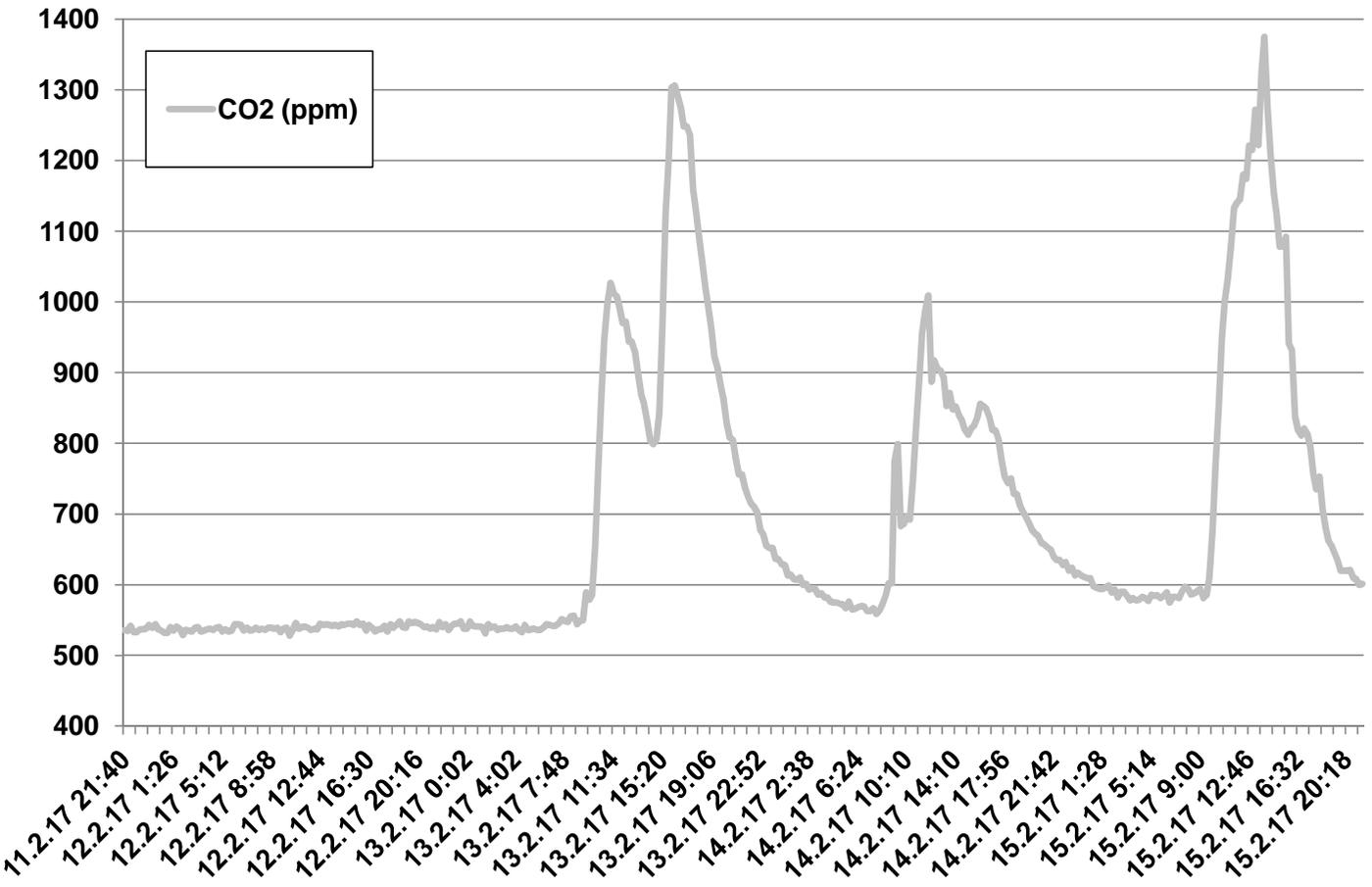
Benötigte sensible Wärme: 1250 kWh



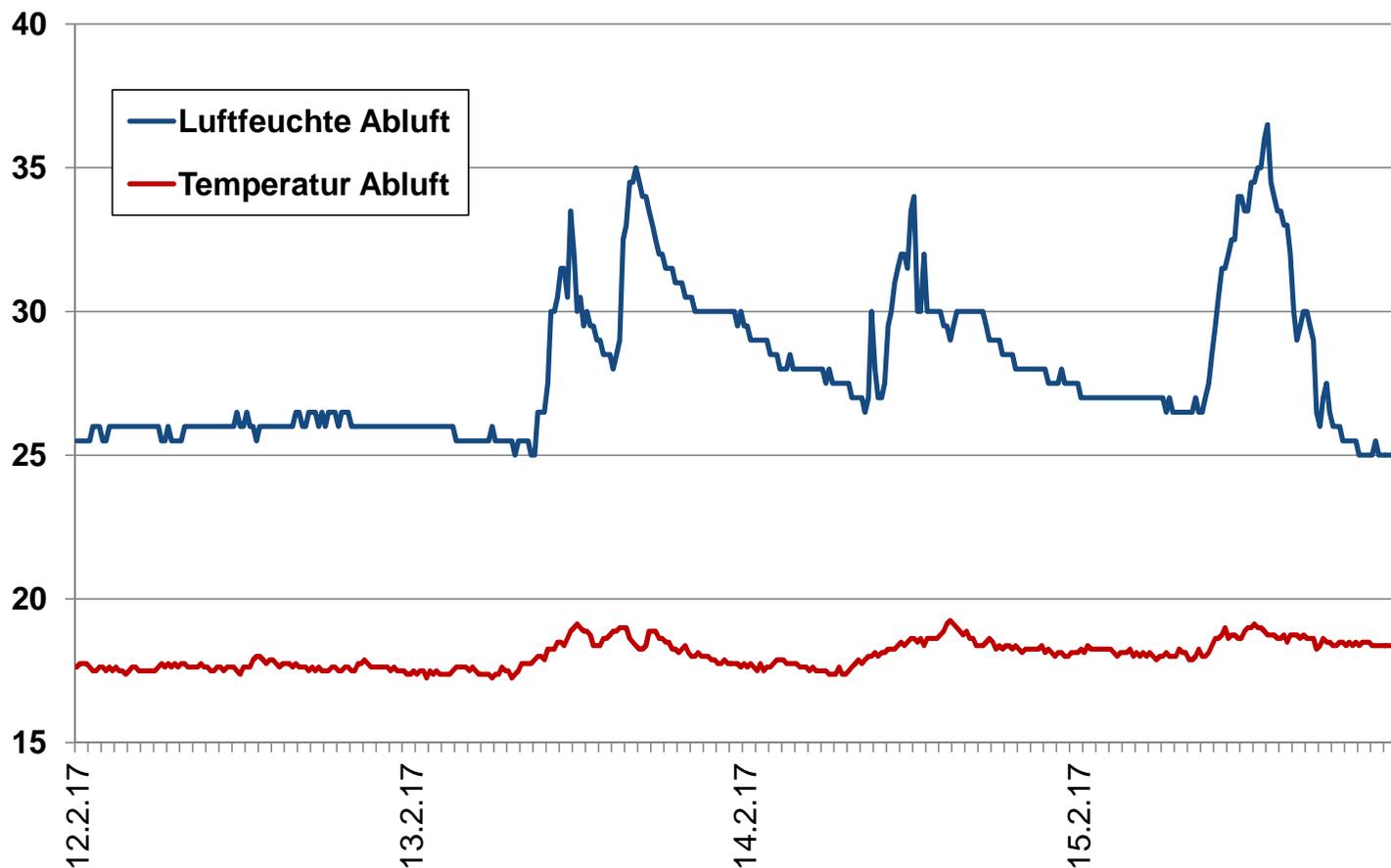


Integration einer Lüftungsanlage

- Luftwechsel 0,1/h
- 3 Wärmetauscher
- adiabate Abluftkühlung
- Integration in 2 Schornsteinen



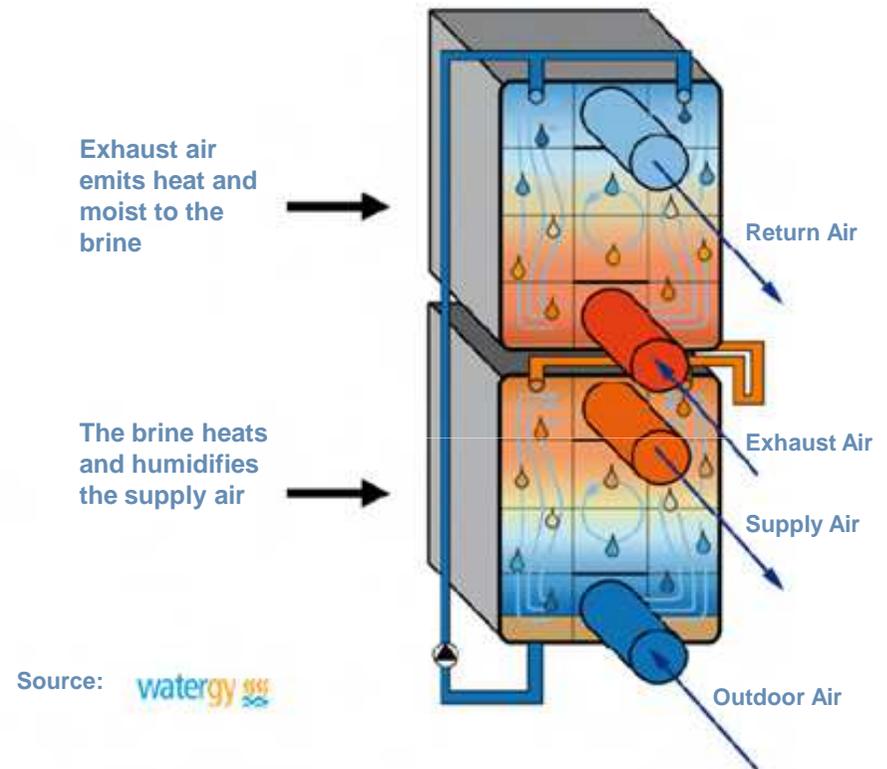
Luftwechselrate von 0,1 pro Stunde ausreichend zur Einhaltung von 1500 ppm CO₂ sowie der Vermeidung Taupunkt an Wärmebrücken !



Luftwechselrate von 0,1 pro Stunde ausreichend zur Einhaltung von 1500 ppm CO₂ sowie der Vermeidung Taupunkt an Wärmebrücken !

Desiccant System zur energieeffizienten Be-/ und Entfeuchtung

- Sorptive Be- und Entfeuchtung
- Salzlösung: MgCl
- *Geringer Energieverbrauch, hohe Wärmerückgewinnung*
- *Vollständige Trennung von Zu- und Abluft*
- *Saisonalspeicher ohne Wärmeverluste*





Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy



**MITTELSTAND
GLOBAL**
ENERGY SOLUTIONS
MADE IN GERMANY

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

marco.schmidt@tu-berlin.de

www.gebaeudekuehlung.de

www.rainforclimate.com

www.phasenwechsel.com



Facilitator

