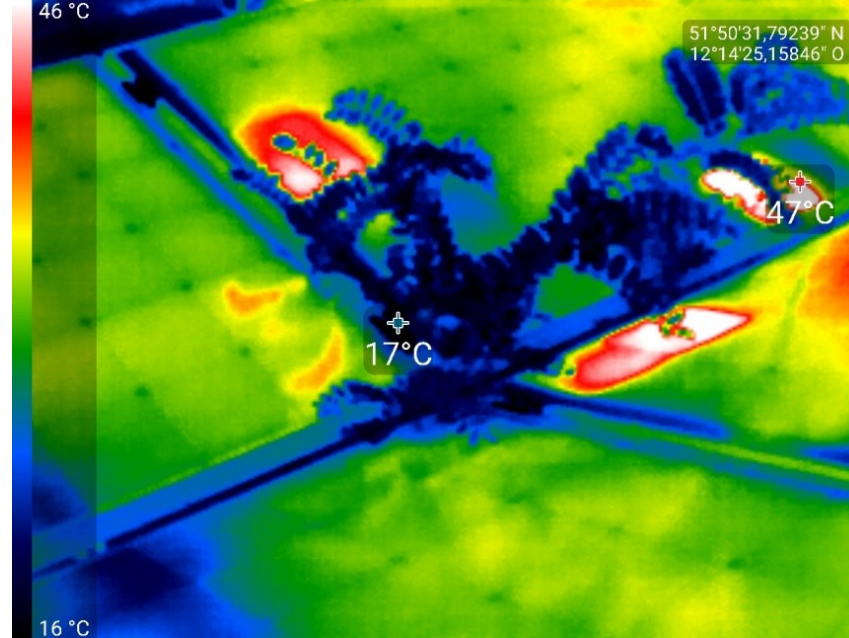




17.6.2026 Solvimus Technologie-Nachmittag

**„Evaluierung der Energieeffizienz in Bundesbauten,
Solvimus MUC easy Ergebnisse zur Unterstützung des
energieeffizienten Betriebs und Identifikation von
Fehlfunktionen“**

Marco Schmidt

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
TU Berlin Institut für Architektur



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung

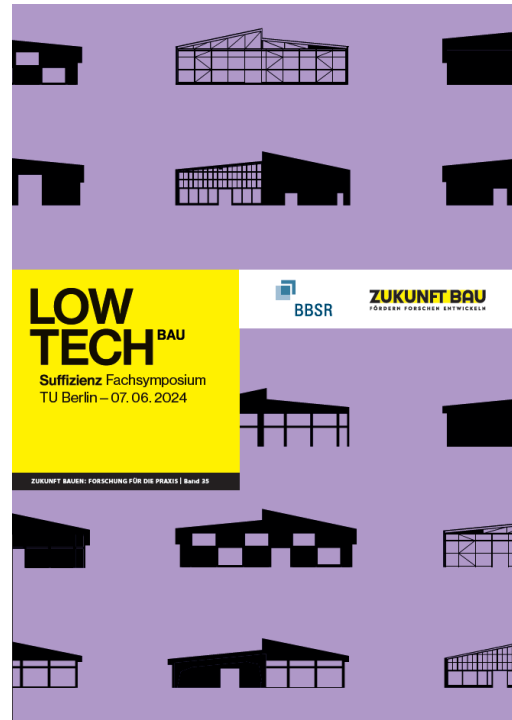




Bundesministerium
des Innern, für Bau
und Heimat

Leitfaden Nachhaltiges Bauen

Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden



Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

div. Veröffentlichungen kostenlos
zu bestellen sowie Download
unter www.bbsr.bund.de

www.nachhaltigesbauen.de
www.gruen-in-der-stadt.de
www.zukunftbau.de

Ökologisches
Baustoffinformationssystem:
www.wecobis.de



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



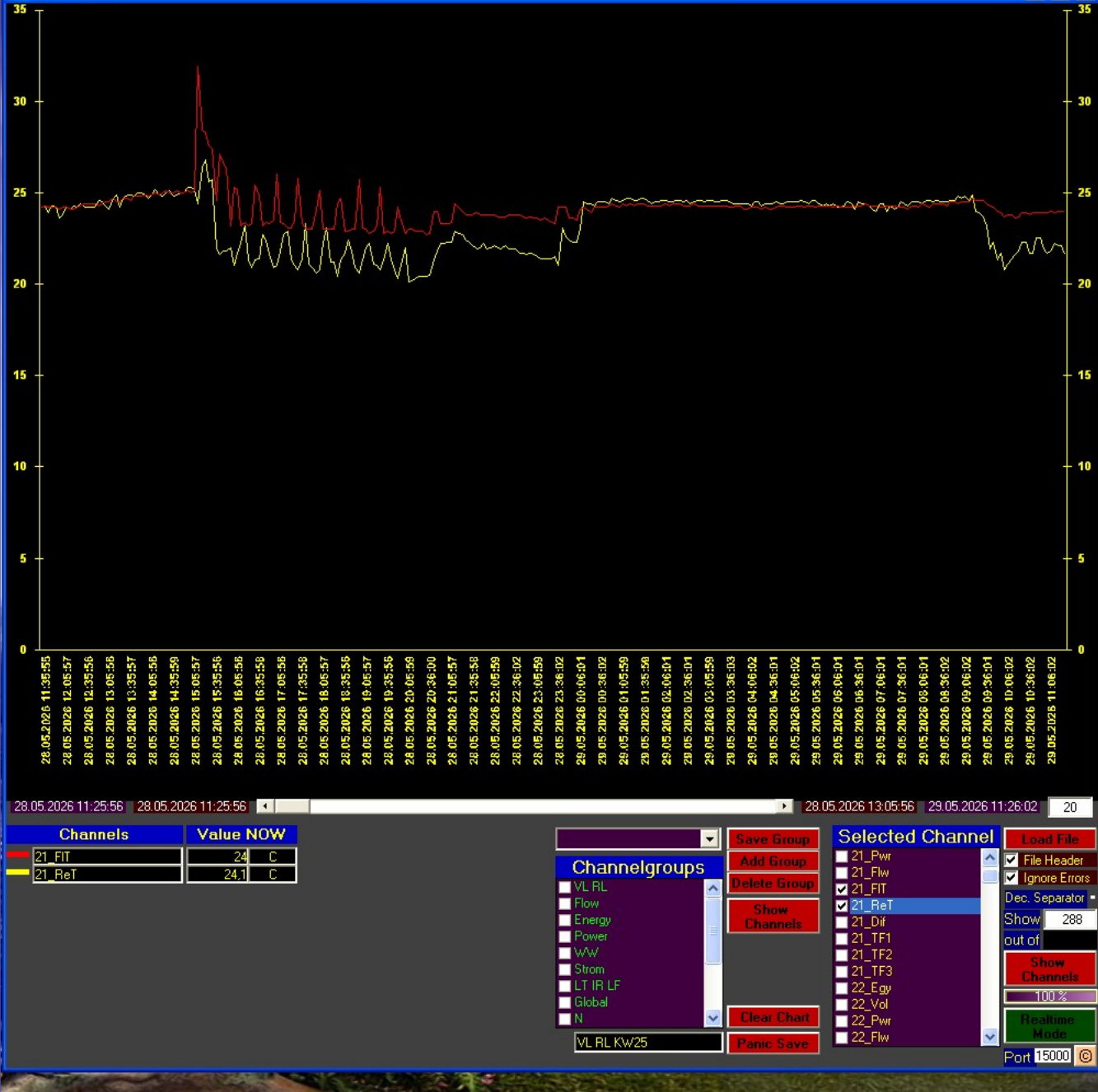


BMW Forschungsprojekt „Energieeffiziente Gebäudekühlung“ Förderkennzeichen: 03ETW020



- taz Verlagsgesellschaft AP1 (TAZ)
- Heinrich Böll Stiftung (HBS)
- INTEWA, Aachen (INT)
- Universitätsklinikum Frankfurt am Main (KGU)
- Freilacke, Döggingen (Schwarzwald) (FL)
- Bürogebäude Mittenwalde (MW)
- Landtag Brandenburg, Potsdam (LB)
- Institut für Physik, HU Berlin Adlershof (AP)
- ufaFabrik Berlin-Tempelhof (UFA)
- Potsdamer Platz (PP)
- DESY, Hamburg (DSY)

SPS-Signals				
Send Data to this IPs				
Digi Modul RS485 Irrigation Cycle SPS TO				
84_Flw 144 0 0				
Nr.	Name	Adr	Value	Unit
001	21_Egy	21	499600,00	kWh
002	21_Vol	21	46309400,0	I
003	21_Pwr	21	59100,00	kW
004	21_Flw	21	21606,00	l/h
005	21_FIT	21	24,00	C
006	21_ReT	21	21,60	C
007	21_Dif	21	02,40	K
008	21_TF1	21	70050,00	kWh
009	21_TF2	21	499600,00	kWh
010	21_TF3	21	00,00	kWh
011	22_Egy	22	44950,00	kWh
012	22_Vol	22	37215100,00	I
013	22_Pwr	22	-12,00	kW
014	22_Flw	22	22000,00	l/h
015	22_FIT	22	20,50	C
016	22_ReT	22	21,00	C
017	22_Dif	22	-00,50	K
018	22_TF1	22	27740,00	kWh
019	22_TF2	22	44950,00	kWh
020	22_BW	22	00,00	kWh
021	23_Egy	23	65950,00	kWh
022	23_Vol	23	51633900,0	I
023	23_Pwr	23	01,00	kW
024	23_Flw	23	420,00	l/h
025	23_FIT	23	23,40	C
026	23_ReT	23	21,30	C
027	23_Dif	23	02,10	K
028	23_TF1	23	7660,00	kWh
029	23_TF2	23	65950,00	kWh
030	23_BW	23	00,00	kWh
031	24_Egy	24	324310,00	kWh
032	24_Vol	24	32733140,00	I
033	24_Pwr	24	-01,30	kW
034	24_Flw	24	4810,00	l/h
035	24_FIT	24	23,30	C
036	24_ReT	24	23,50	C
037	24_Dif	24	-00,20	K
038	24_TF1	24	3590,00	kWh
039	24_TF2	24	324310,00	kWh
040	24_BW	24	00,00	kWh
041	25_Egy	25	171122,00	kWh
042	25_Vol	25	31160400,00	I
043	25_Pwr	25	5500,00	kW
044	25_Flw	25	550,00	l/h
045	25_FIT	25	29,90	C
046	25_ReT	25	21,40	C
047	25_Dif	25	08,50	K
048	25_TF1	25	95,00	kWh
049	25_TF2	25	171122,00	kWh
050	25_TF3	25	00,00	kWh
051	26_Egy	26	171973,00	kWh
052	26_Vol	26	6133520,00	I
053	26_Pwr	26	2800,00	kW



Channels	Value NOW
21_FIT	24 C
21_ReT	24,1 C

Channelgroups

- ☐ VL RL
- ☐ Flow
- ☐ Energy
- ☐ Power
- ☐ vW
- ☐ Strom
- ☐ LT IR LF
- ☐ Global
- ☐ N

VL RL Kw25

Save Group

Add Group

Delete Group

Show Channels

Clear Chart

Panic Save

Selected Channel

- ☐ 21_Pwr
- ☐ 21_Flw
- ☒ 21_FIT
- ☒ 21_ReT
- ☐ 21_Dif
- ☐ 21_TF1
- ☐ 21_TF2
- ☐ 21_TF3
- ☐ 22_Egy
- ☐ 22_Vol
- ☐ 22_Pwr
- ☐ 22_Flw

Load File

☒ File Header

☒ Ignore Errors

Dec. Separator

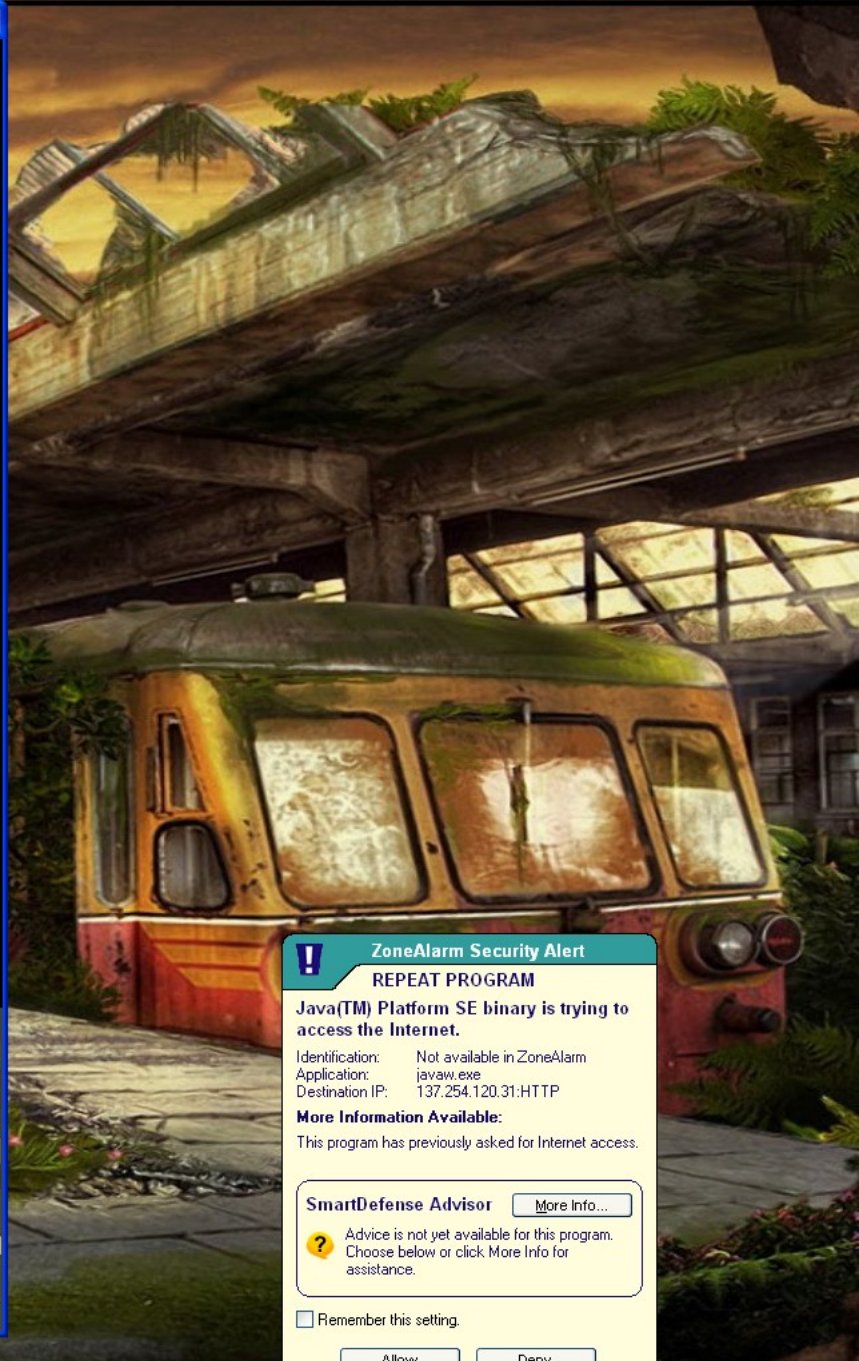
Show 288

out of 1000

Show Channels

Realtime Mode

Port 15000



ZoneAlarm Security Alert

REPEAT PROGRAM

Java(TM) Platform SE binary is trying to access the Internet.

Identification: Not available in ZoneAlarm

Application: javaw.exe

Destination IP: 137.254.120.31:HTTP

More Information Available:

This program has previously asked for Internet access.

SmartDefense Advisor

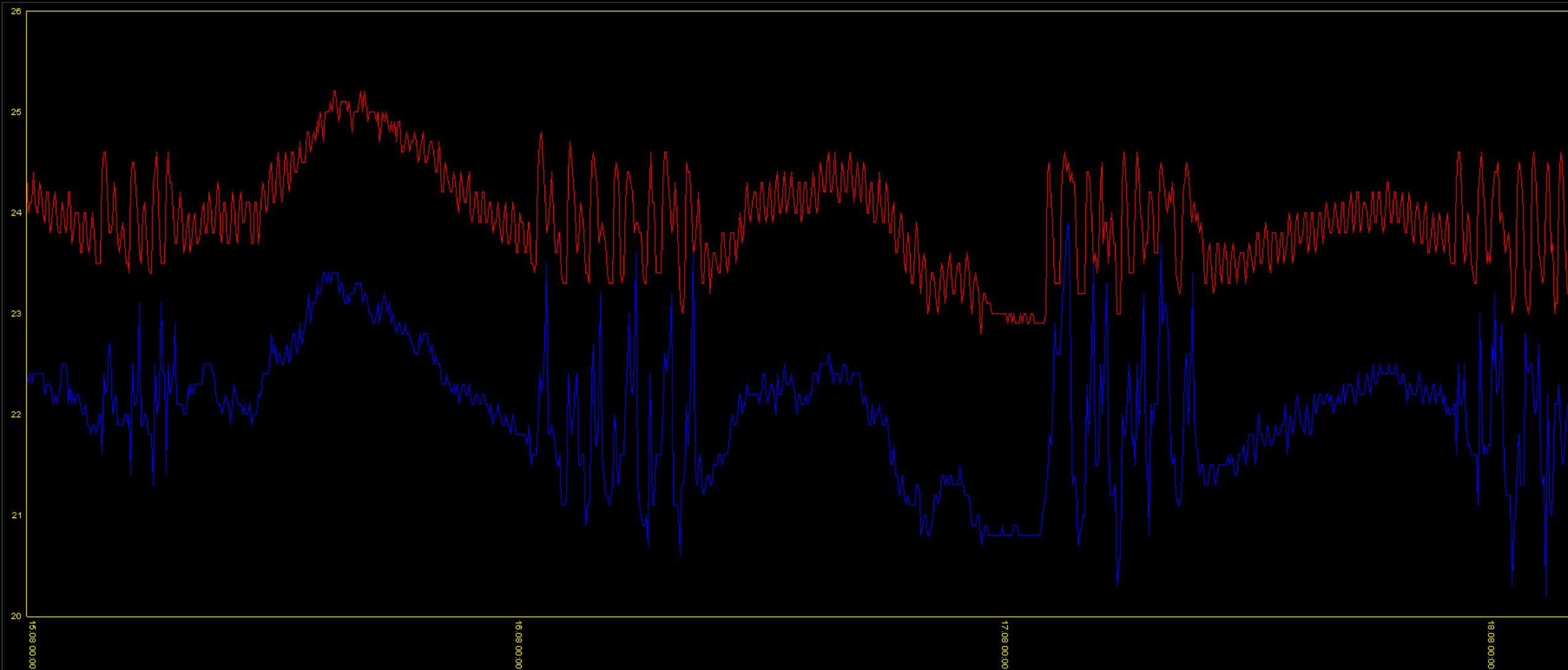
More Info...

Advice is not yet available for this program. Choose below or click More Info for assistance.

Remember this setting.

Allow

Deny

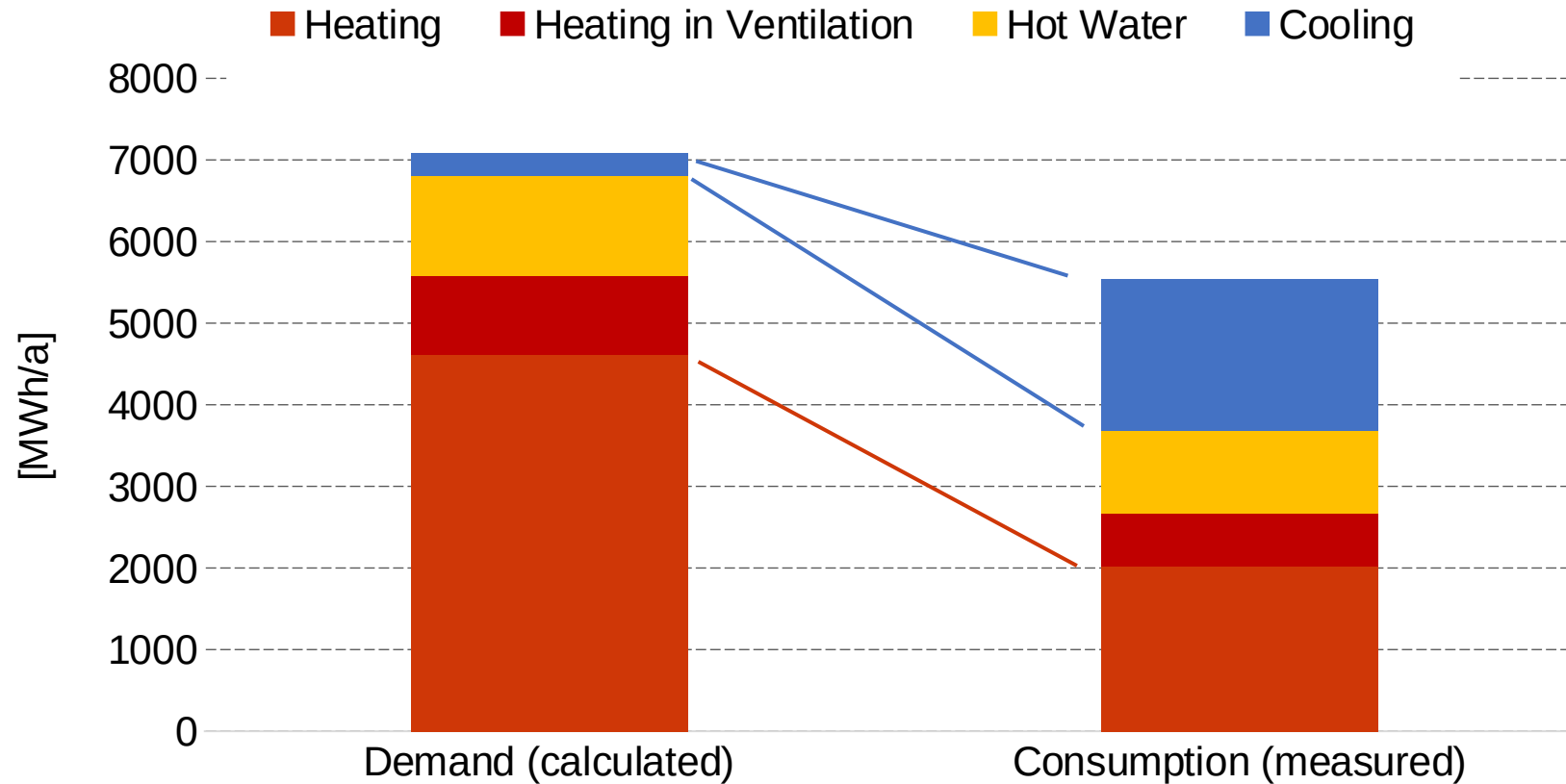


288										288																					
Load File						Load		Save		Chartgroups				Channelgroups				Nr.				Channelname				Unit		Y			
☒ Use Header		Berlin-Adlershof				15830		300		UDP		Add		Del.		VL RL				5				21_FIT				C			
☒ Peakfilter		NBB-ALT 5min.				15822		300		UDP		↑		↓		Flow				6				21_ReT				C			
Decimal Separator ,		NBB-ALT 1min.				15823		60		UDP						Energy				15				22_FIT				C			
009 HT		NBB-ALT event				15824		60		UDP		Save Area				Power				16				22_ReT				C			
		Neubrandenburg-BV				15242		300		UDP						ww				25				23_FIT				C			
		Korea-KICT1				15849		60		UDP		Symbol				Strom				26				23_ReT				C			
																LT IR LF				35				24_FIT				C			

Krankenhaus Agatharied (Bayern)

Wärme und Kälte in MWh pro Jahr

Bedarf nach DIN V 18599 im Vergleich zu real gemessenem Verbrauch

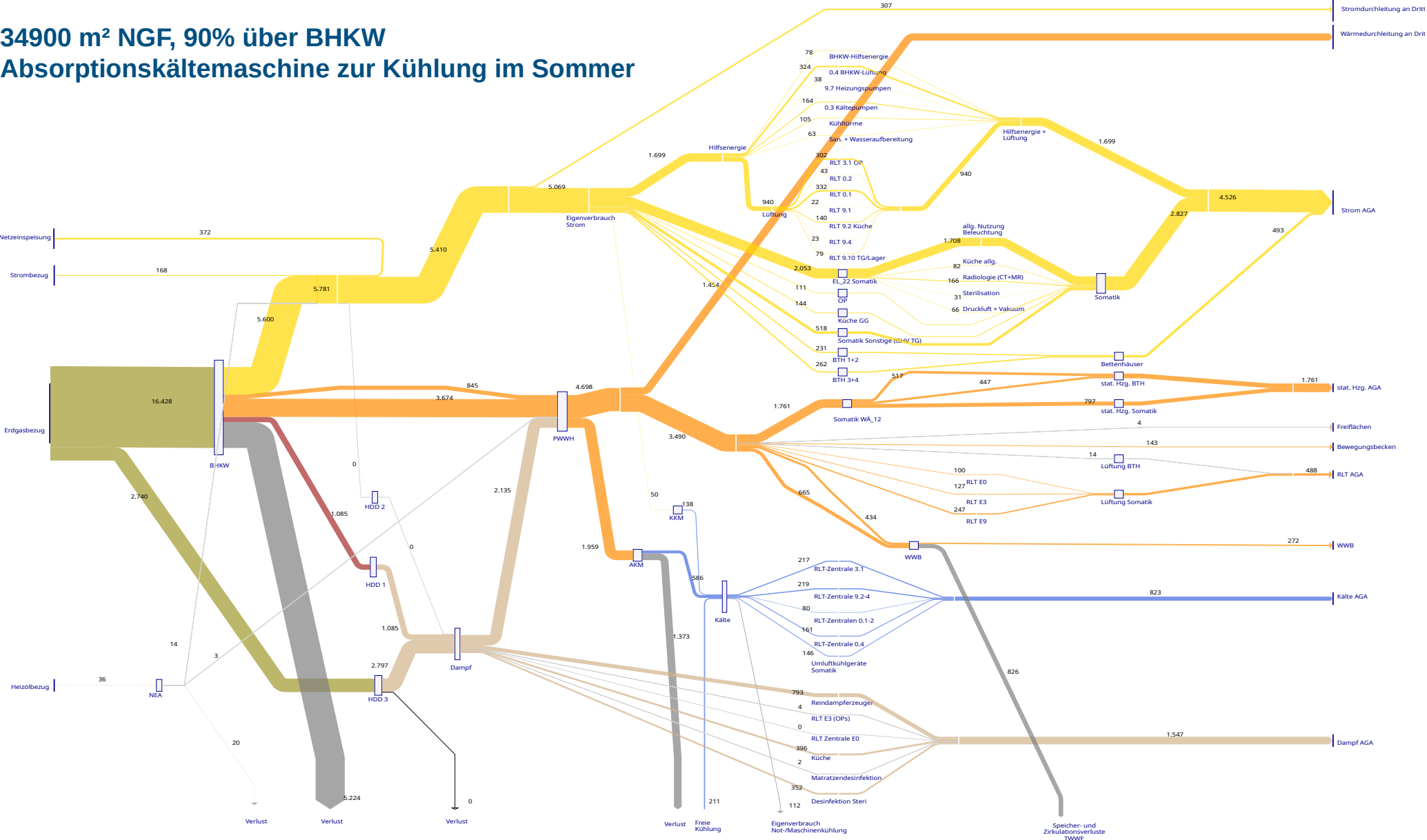


*) incl. Absorption Chiller

Evaluierung der Energieströme, Messkonzept nach AMEV zwingend erforderlich für Optimierungsmaßnahmen



34900 m² NGF, 90% über BHKW Absorptionskältemaschine zur Kühlung im Sommer



Datenerfassung, Verarbeitung, Auswertung

- Hohe Sicherheitsanforderungen im Bundesbau, idR. kein paralleles GLT Netzwerk, ggf. Datenpush per UDP möglich
- Optional Weitergabe einzelner Datenpunkte lokal an GLT als BacNet oder Modbus IP
- Datenspeicherung als Local File CSV-9
- Verarbeitung und Auswertung per SPSS
- Administration des MUC Easy über 4G: 1nce



Umweltbundesamt Messstelle Schauinsland Inbetriebnahmemanagement, Monitoring

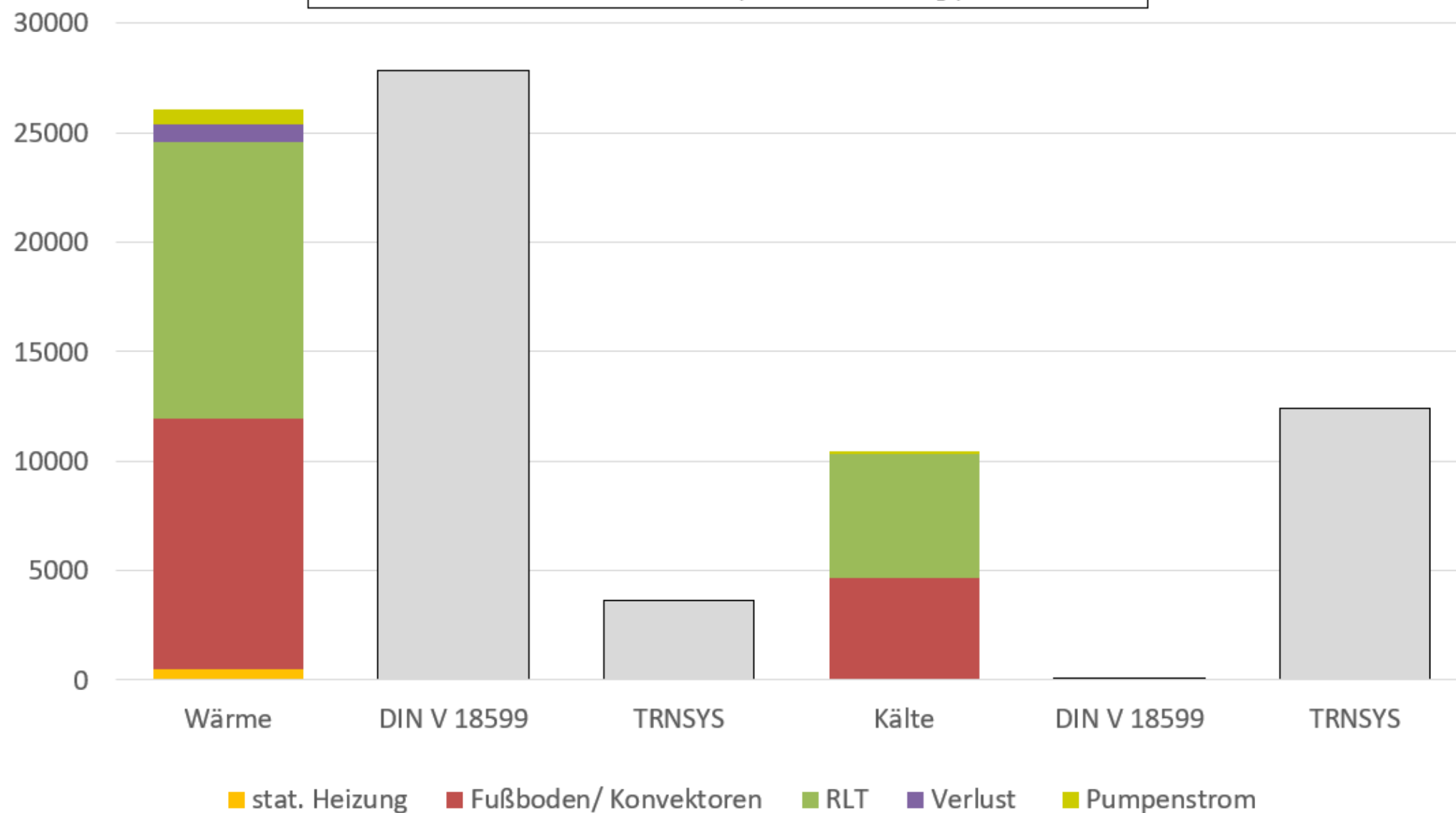


Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

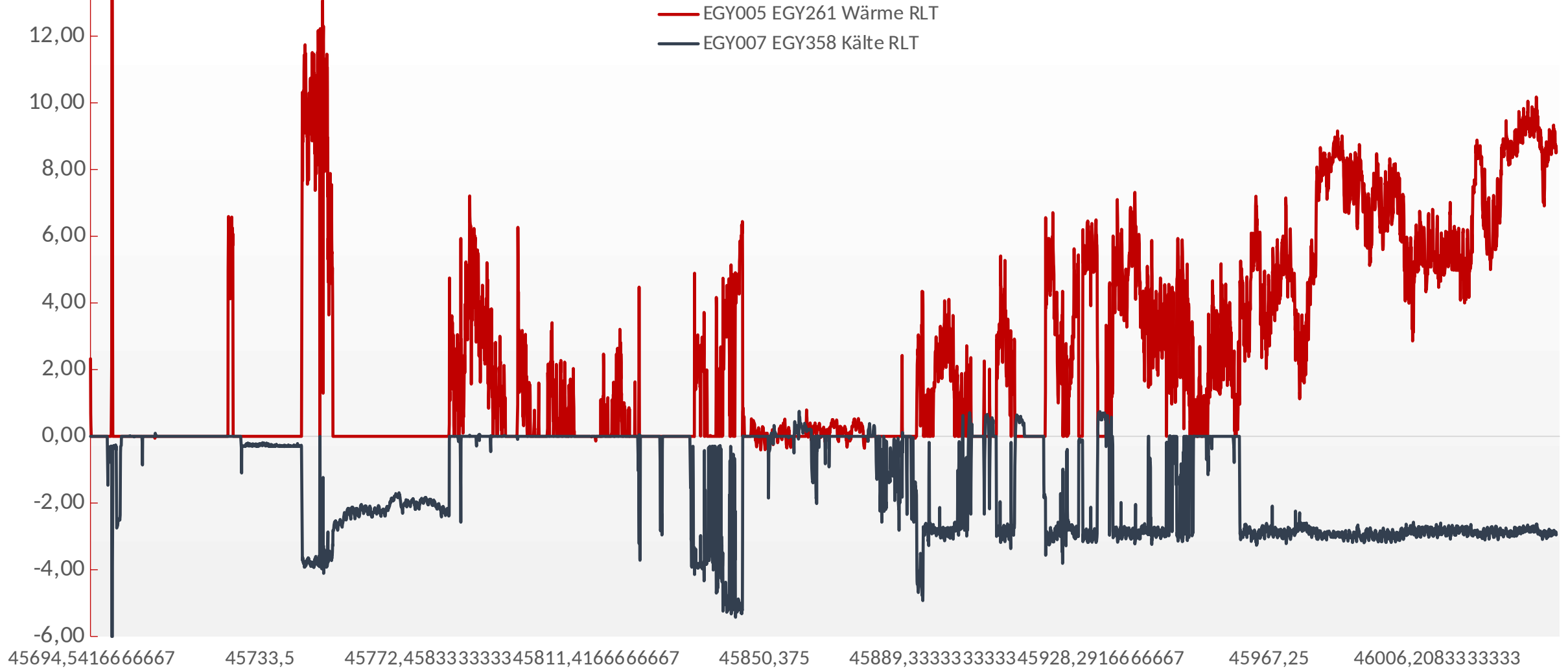
im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



Nutzenergie UBA Schauinsland 8.10.25 - 11.1.26 in kWh
im Vergleich zur Prognose DIN V 18599 sowie dyn. Simulation TRNSYS
Stahl+Weiß 12.6.25 (nicht klimabereinigt)

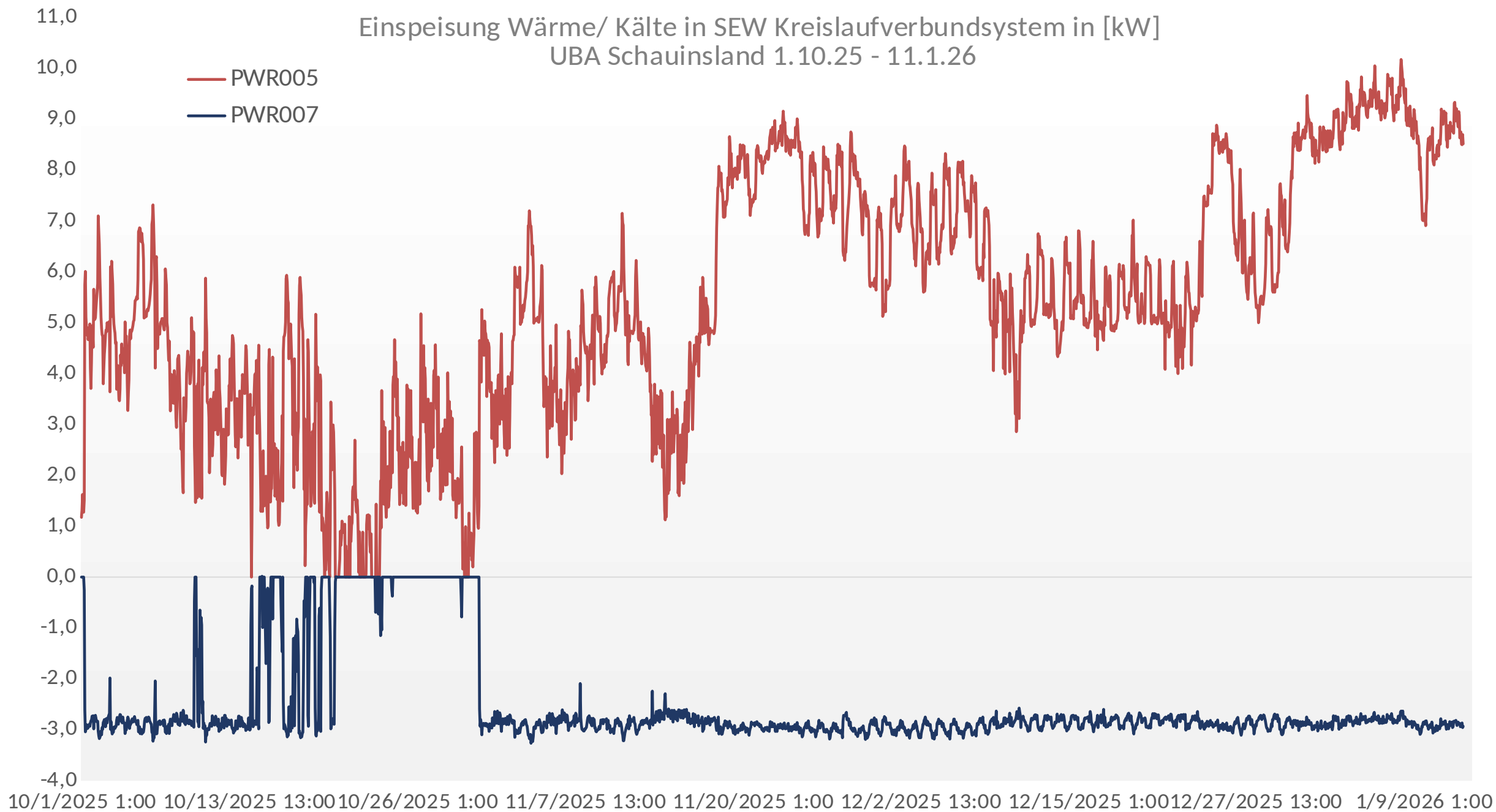


Einspeisung Wärme/ Kälte in SEW Kreislaufverbundsystem in [kW]
UBA Schauinsland 6.2.25 - 11.1.26



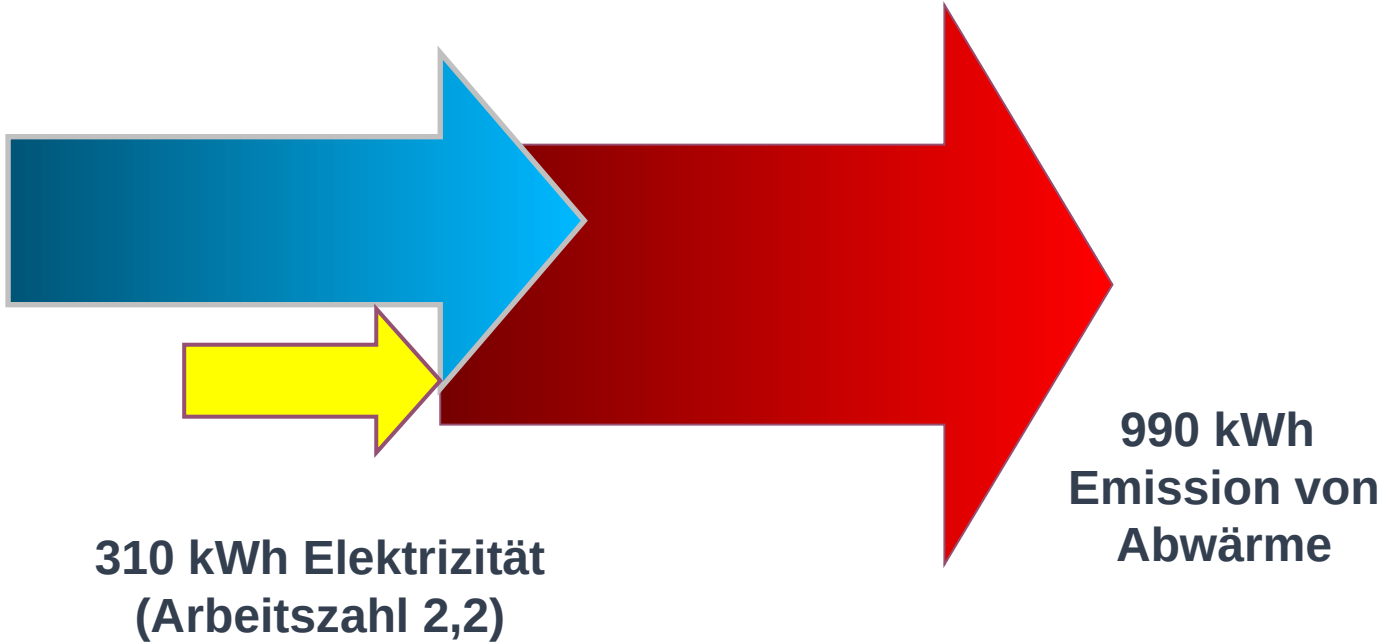
Einspeisung Wärme/ Kälte in SEW Kreislaufverbundsystem in [kW]
UBA Schauinsland 1.10.25 - 11.1.26

— PWR005
— PWR007



Nie Strom verwenden für die Gebäudekühlung ! ineffizient / nicht nachhaltig / ungesund !

680 kWh Kälte



H-FKW's phase down: Viele der konventionellen Kältemittel in den nächsten Jahren nicht mehr verfügbar.
Austausch der alten Kältesysteme erforderlich ! (Montrealer Protokoll, Kigali Änderungen ab 1.1.2019)

Verdunstung von Wasser: die einzig reale Kühlung!

680 kWh/ m³

Wassererwärmung von 30 auf 90°=> 68 kWh/m³

Phasenwechselmaterial (Paraffin) (PCM) => 61 kWh/m³

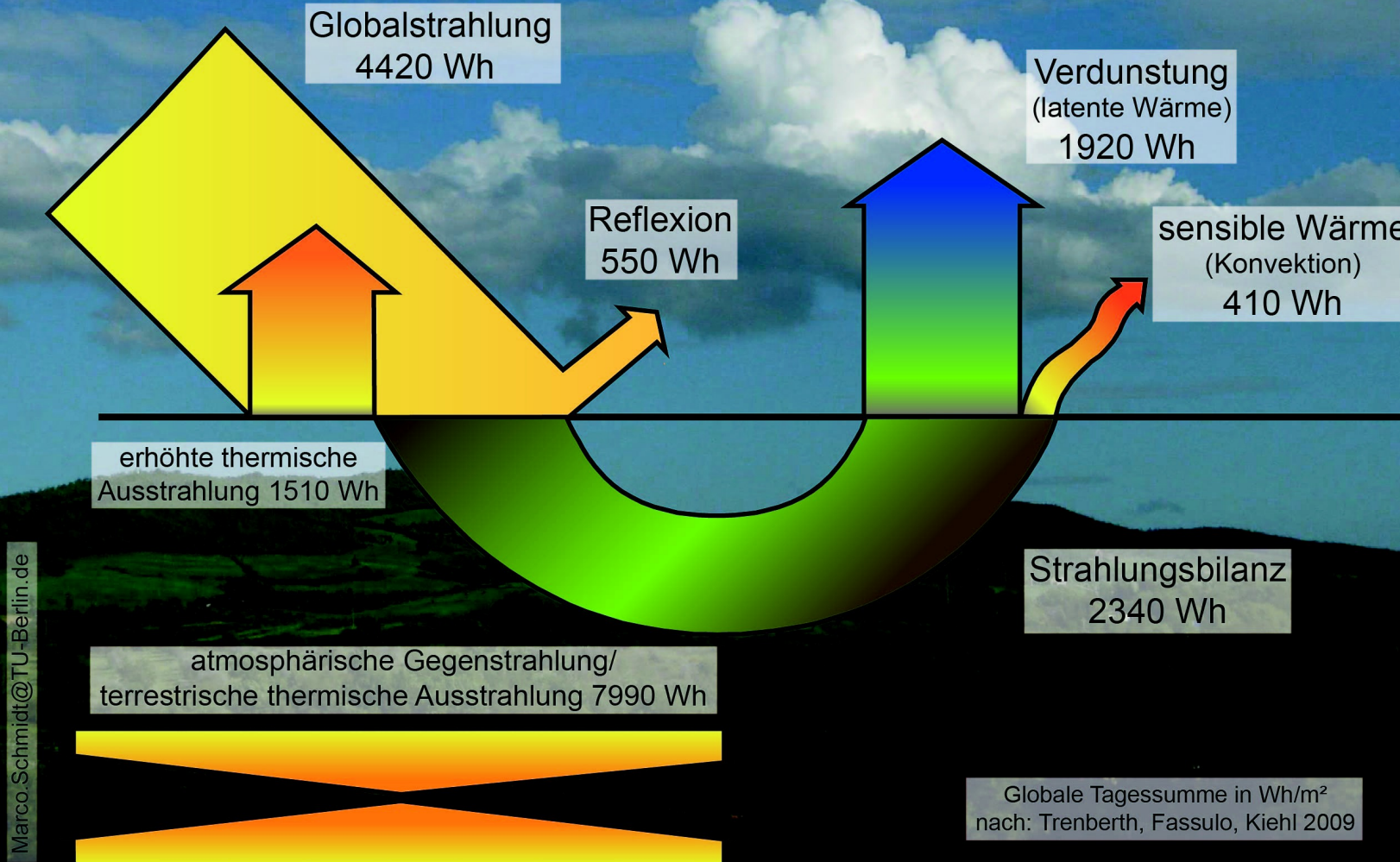


Globale Strahlungsbilanz an der Erdoberfläche

Durchschnitt eines Quadratmeters weltweit

Die globale Energiebilanz an der Erdoberfläche wird zu 45% dominiert von Verdunstung und Kondensation !

Daten nach
Trenberth, Fassulo, Kiehl 2009

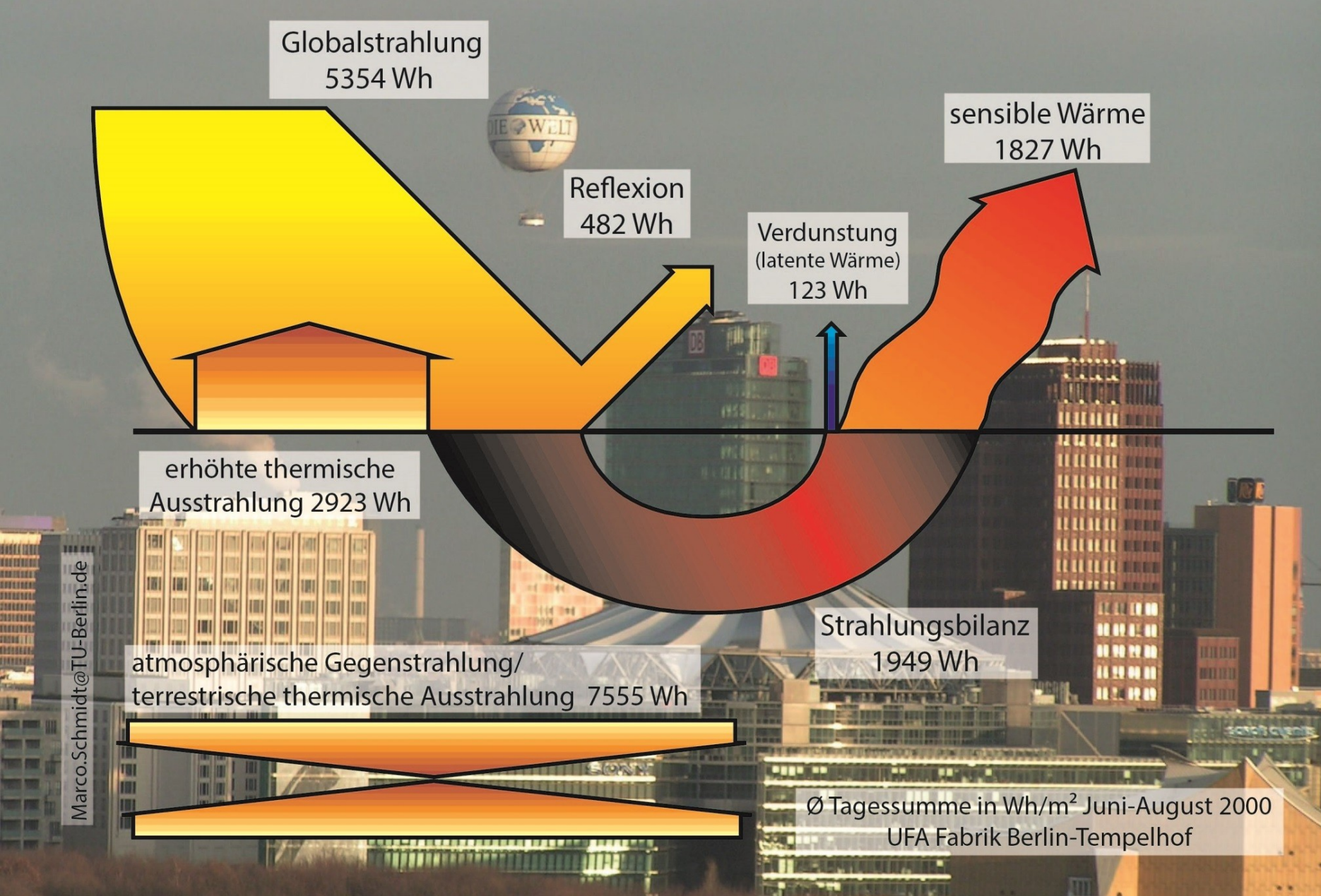


Urbane Strahlungsbilanz

Beispiel: Bitumendach

„Urban Heat Island Effect“

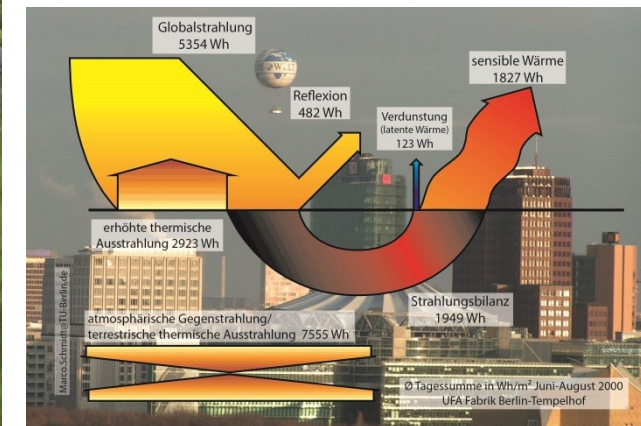
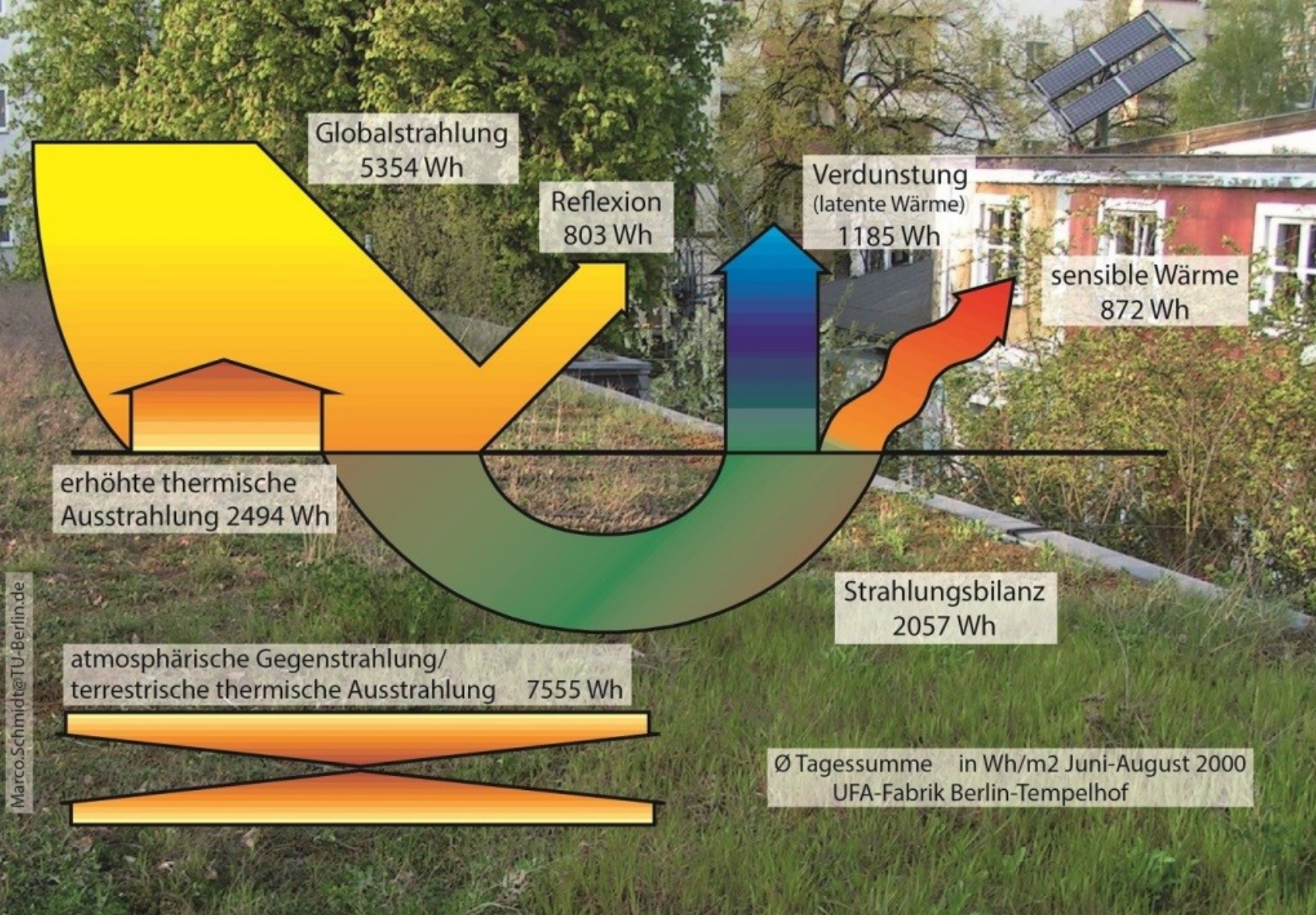
Regenwasser wird in die Kanalisation abgeleitet, Reduzierung der Verdunstung



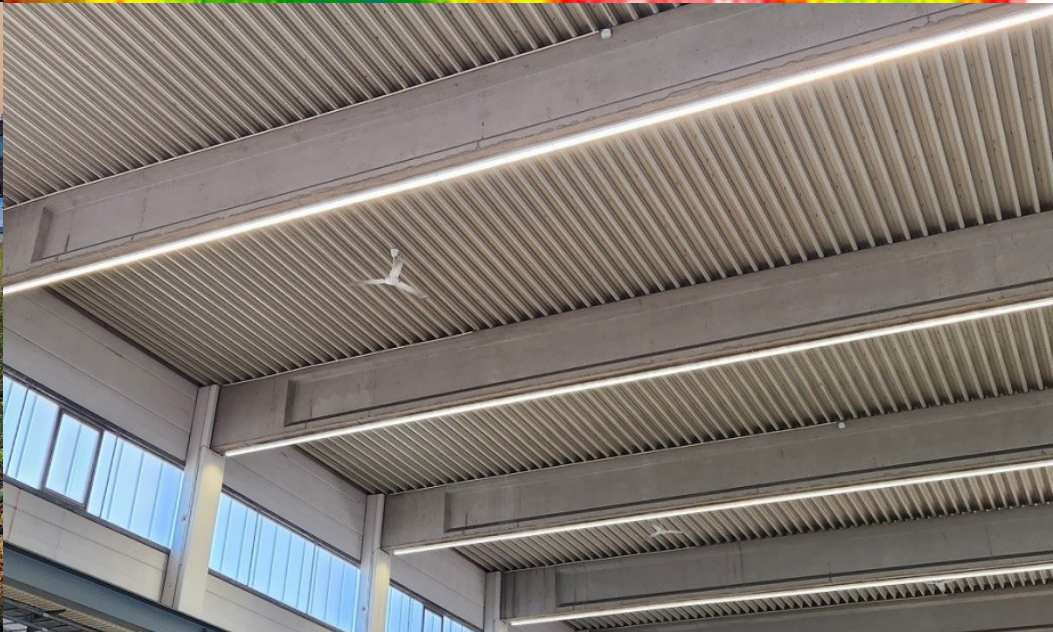
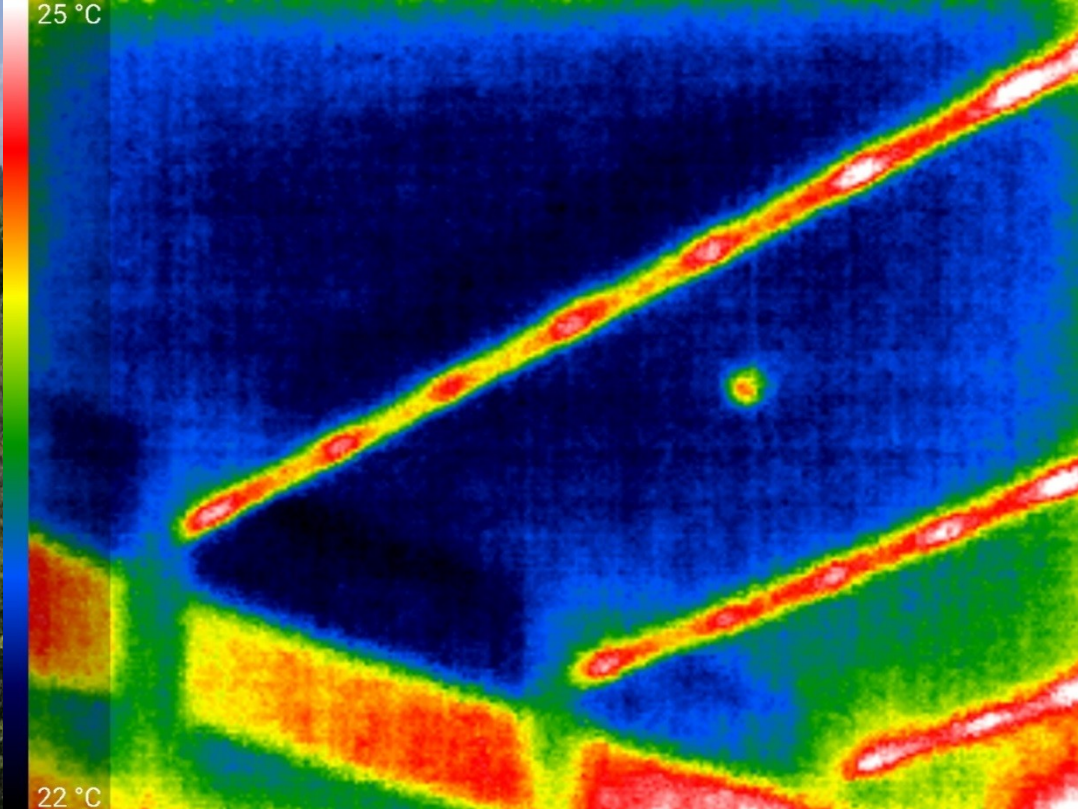
Strahlungsbilanz Gründach

Ein extensiv begrüntes
Dach wandelt bereits 58%
der Nettostrahlung in die
Verdunstung von Wasser
in den Sommermonaten;
302 kWh/a (Berlin)

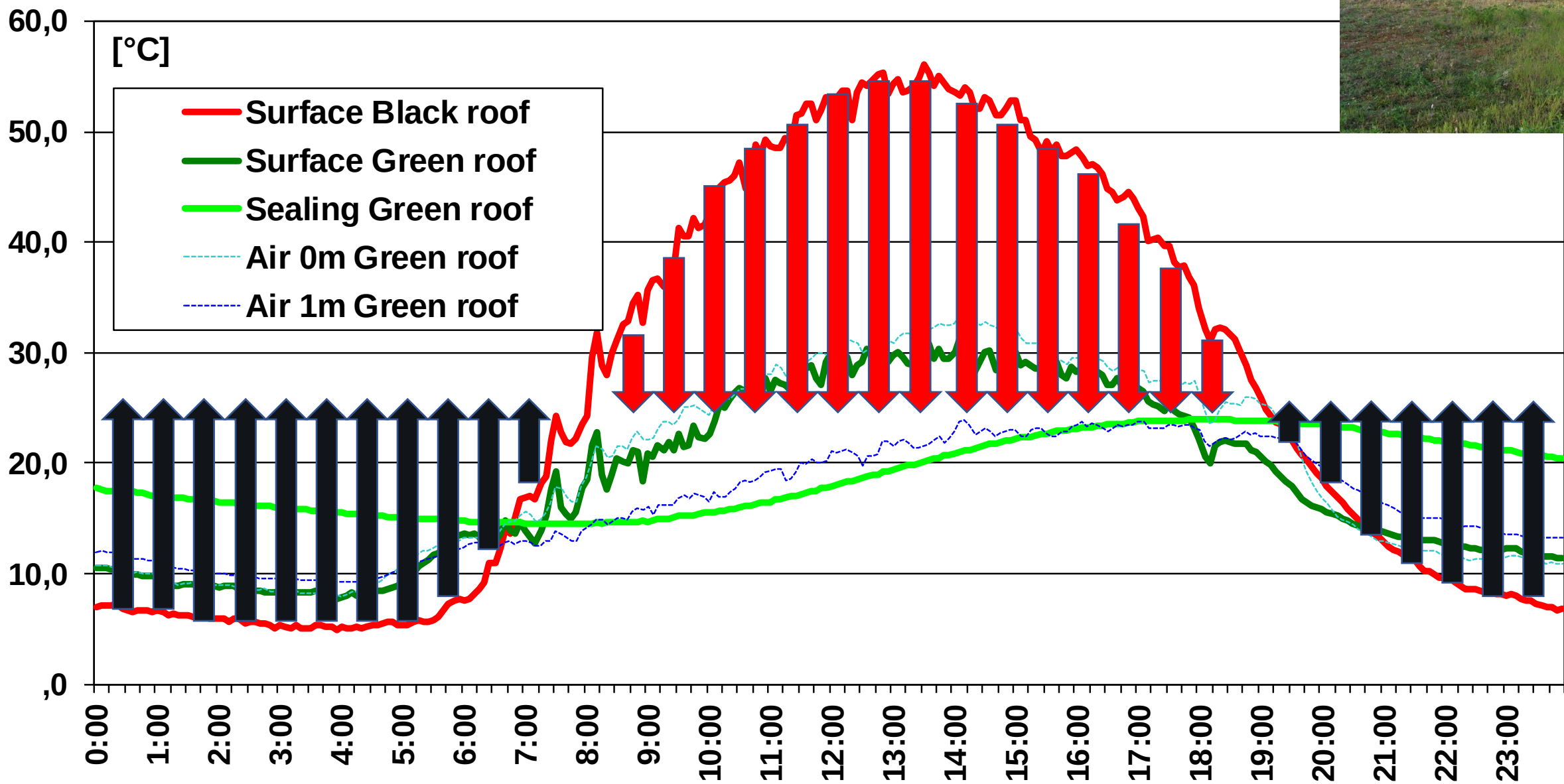
Verdunstung der natürlichen
Niederschläge ohne
zusätzliche Bewässerung



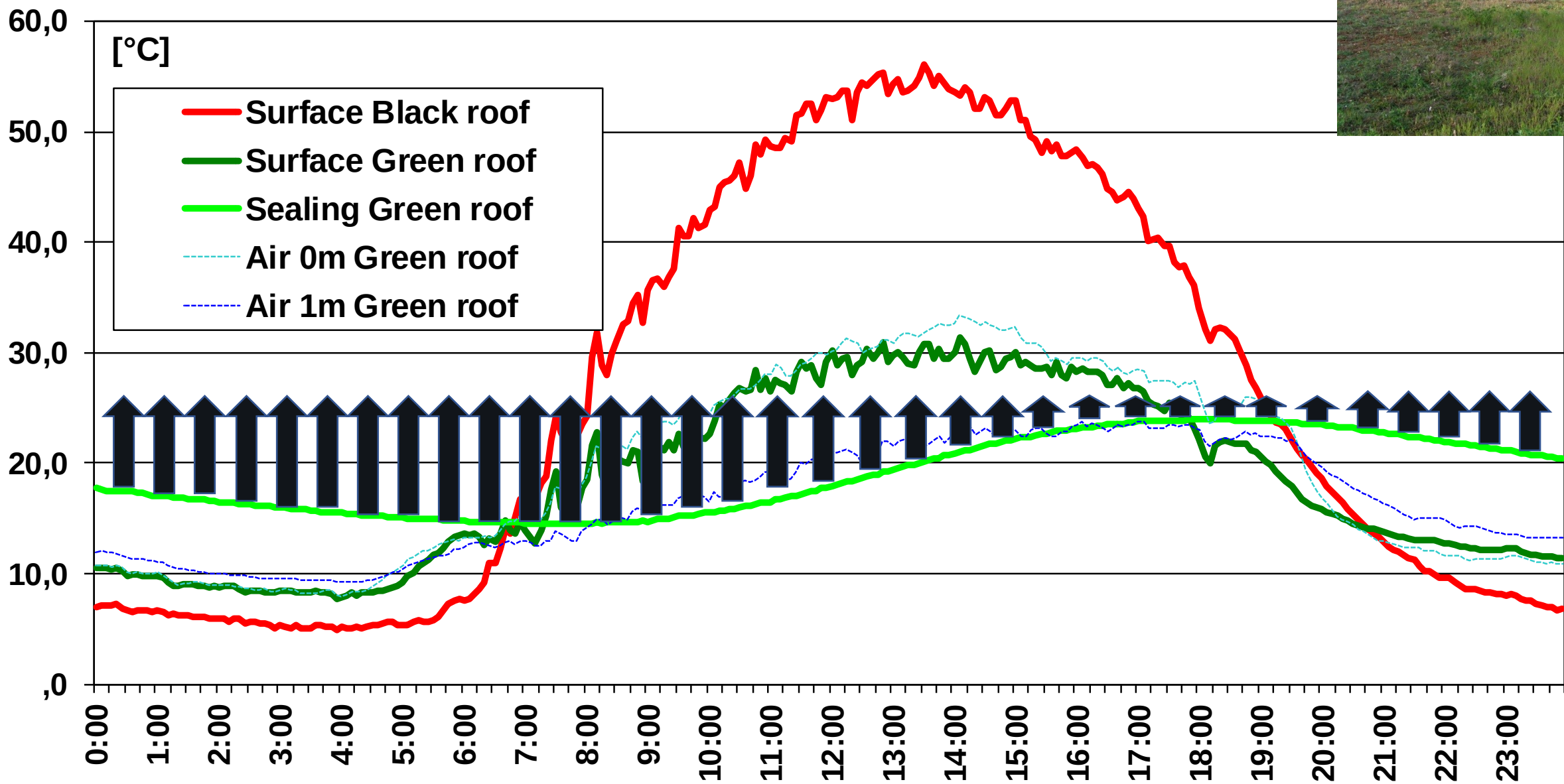
**DESY Halle 36 Hamburg
Deutsches Elektronen-Synchrotron
Sanierung Projekt EnEff:Kühl; RIESA**



Oberflächentemperaturen: Bitumendach <=> Gründach



Oberflächentemperaturen: Bitumendach <=> Gründach





Null Energiegebäude

**Umweltbundesamt
Berlin-Marienfelde**

„Gebäude 2019“

70 kWp

**Südorientierung zur
Ertragsoptimierung**

Inbetriebnahme 2017

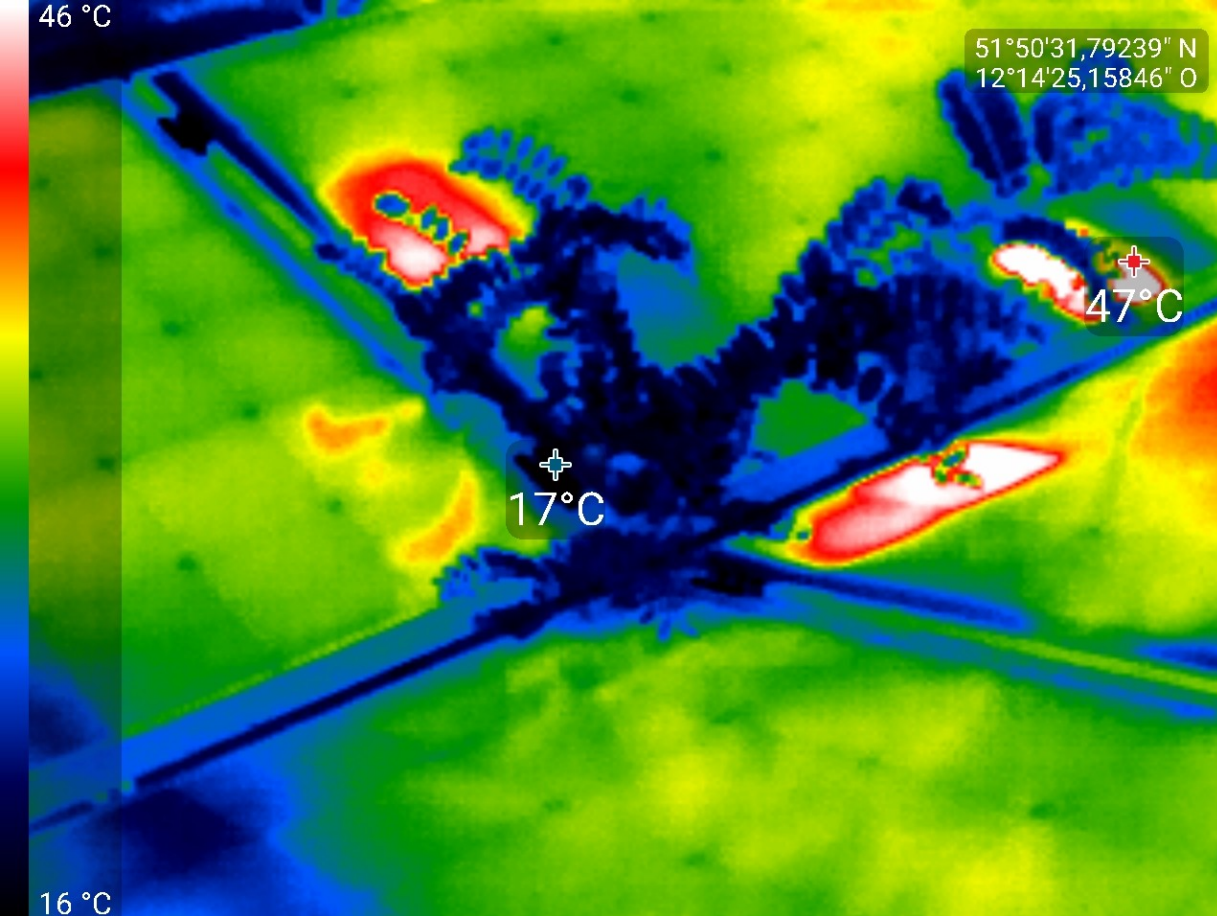


**Federal Institute for
Research on Building,
Urban Affairs and
Spatial Development**

**within the Federal Office for
Building and Regional Planning**







Vermeidung von Teilverschattung der Solarmodule durch Dachaufbauten und Vegetation !



Effekt:

Bildung von „Hot Spots“ auf den beschatteten Zellen, da die in Reihe geschalteten anderen Zellen weiterhin produzieren

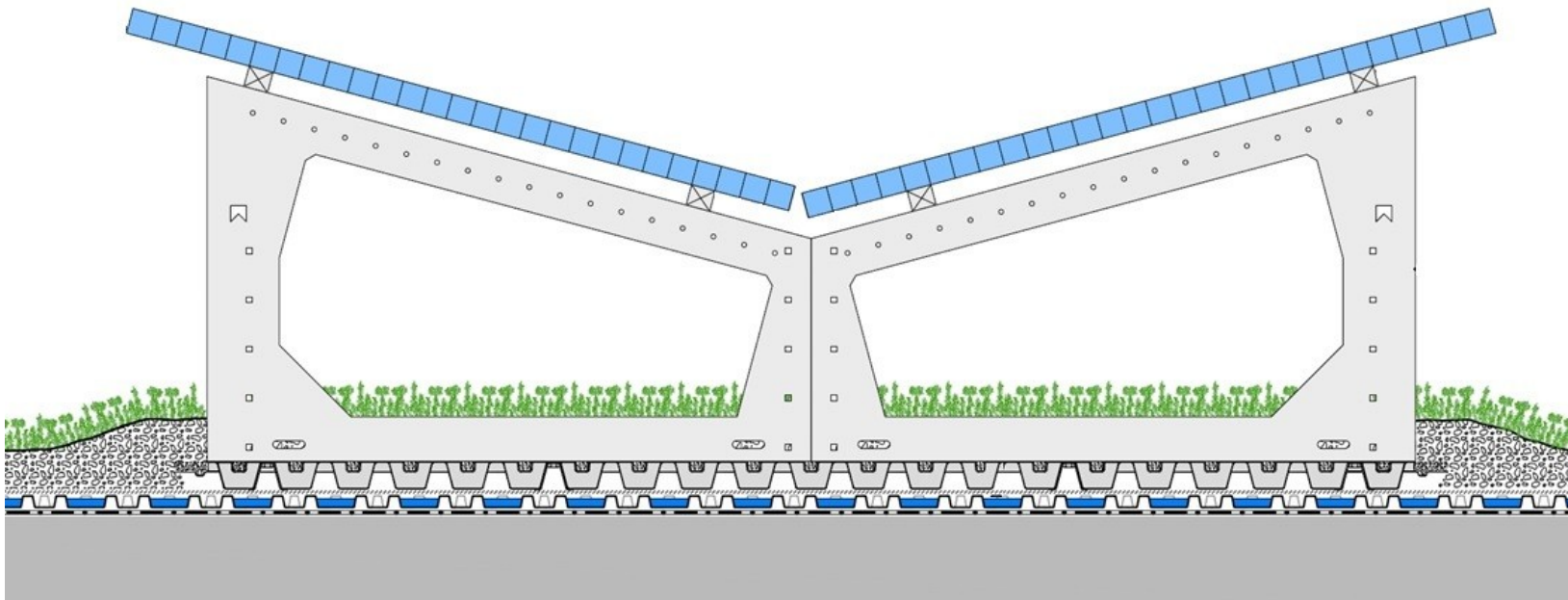
=> Ertragseinbruch bis Moduldefekt

„Schmetterlings-Aufbau“: Regenwasser verteilt sich unter der Grundplatte

Pro Zelle: 0,4 V, 1000 Zellen in Reihe: 400 Volt

Wichtig: Vermeidung der Teilverschattung der Solarmodule !

**Bildung von „Hot Spots“ durch die Reihenschaltung der Solarzellen,
Bypass Dioden für ca. 20 Zellen => 19 Zellen produzieren weiterhin**



Skizze modifiziert Fa. Zinco



Sicherstellung der erfolgreichen Kombination von Dachbegrünung und Solarnutzung

- ***Vermeidung der Teilverschattung der Solarmodule (durch Dachaufbauten und Pflanzen)***
- ***Auswahl eines gg. sterilen Substrats, abzustimmen mit der Nachnutzung
Vorsicht bei Recyclingmaterial und Bauaushub***
- ***Vermeidung bituminöser Abdichtungen mit chemischem Durchwurzelungsschutz
(Nachnutzung zur Bewässerung nicht möglich, Versickerung unzulässig, Belastung der Gewässer)***
- ***Verwendung semi-transparenter bzw. besser: bifacialer Solarmodule: Glas-Glas
(insbesondere bei Schmetterlingsausführung, Vegetationsförderung, Mehrertrag)***
- ***Verwendung von Halbzellen-Modulen gegen Ertragseinbruch bei Teilverschattung***
- ***Regenwasser muss den Pflanzen zur Verfügung stehen***
- ***Starthilfe: Nutzung vorkultivierter Vegetationsmatten unter den Modulen***
- ***Maximal 8 cm Substrataufbau (Diskussion 10 cm)***



Plusenergiegebäude Umweltbundesamt (UBA) Dessau



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



Plus Energie Gebäude

Umweltbundesamt Dessau

Architekten: **Anderhalten Architekten, Berlin**

TGA: **Winter Ingenieure, Berlin**

Baukosten: **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

Jahresarbeitszahl Heizen **4,23** (gemessen*), Kühlen **41,4** (gemessen*)

Autarkie: **34,7 %**, **21,1 % Heizen**

Eigennutzung PV Erzeugung: **37,9 %**

* 1.5.20 - 30.4.21

* ohne Verteilung

Anderhalten Architekten, Berlin



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



Plusenergiegebäude Umweltbundesamt Dessau (UBA)

Messergebnisse

Arbeitszahl Heizen **4,23**
Arbeitszahl Kühlen **41,4**
Autarkie **34,7 %**
Autarkie Heizen **21,1 %**
Eigennutzung PV **37,9 %**



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



Stromnetz
Bezug 40180 kWh

PV Netzeinspeisung: 31905 kWh



Photovoltaik
Erzeugung 44923 kWh
Autarkie 34,7 %
Eigennutzung 37,9 %

Strom RLT aus PV: 4423 kWh

Strom RLT Netzbezug: 14802 kWh

Wärmepumpe plus Zirkulationspumpen PV: 4318 kWh

Wärmepumpe plus Zirkulationspumpen Netzbezug: 13443 kWh



Heizen: 55970 kWh

Hilfsenergie Kälte PV: 678 kWh
Hilfsenergie Kälte Netzbezug: 1138 kWh

Wärmepumpe
JAZ 4,23 (3,34)
Aut 20,9 %

Wärme Geothermie: 46400 kWh
Kälte Geothermie: 24300 kWh



Geothermie

Verlust Wärme: 4451 kWh

Verlust Kälte: 1910 kWh



RLT
Aut 23,0 %



Heizen
Aut 21,1 %



Kühlen
JAZ 41,4
(12,3)
Aut 53,3 %



Verlust

Jahresbilanz Energie
Erweiterungsbau
Umweltbundesamt Dessau



Meßwerte 1.5.20 - 30.4.21
BBSR M.Schmidt



**TAZ Verlagsgesellschaft
Berlin**

- **Low Exergy**
- **Fernwärmenutzung**
- **Verdunstungskälte**
- **Abwärmenutzung
Server**

www.erichkeller.com

**Gemessene
Jahresarbeitszahl
Kühlung: 80,2 !!**

**Wärme- und Kälte-
verteilung über 322
Konvektoren**

**Passive Kühlung durch
Dachbegrünung**



Forschung für
energieoptimierte
Gebäude und Quartiere

Betriebskosten

Adiabate Kühlung im Vergleich

Adiabat: 0,7 ct/kWh

Bei Regenwassernutzung: 0,1 ct/kWh

Kompressor: 9,4 ct/kWh

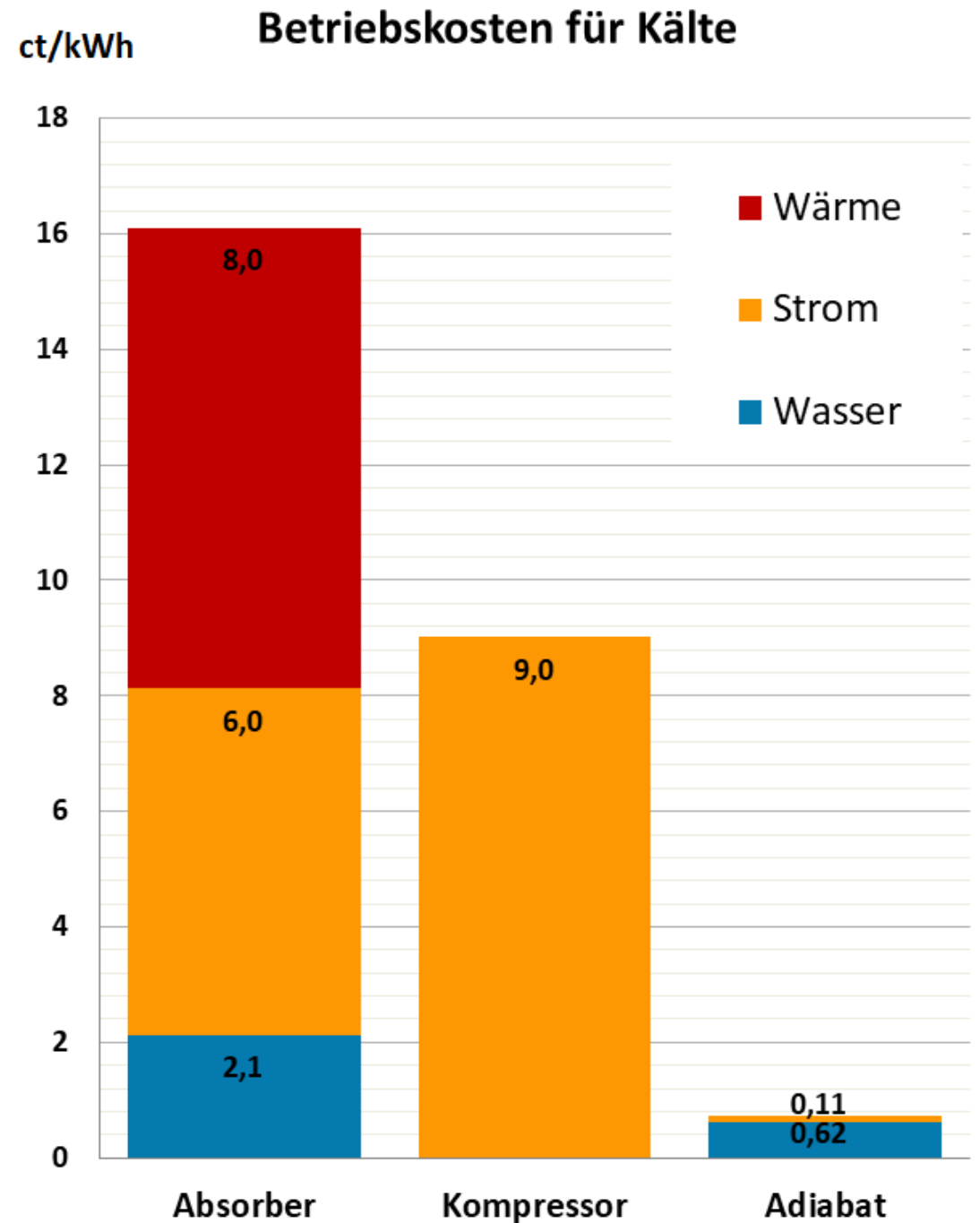
Absorber: 16,1 ct/kWh

Wärme: 0,0376 €/kWh JAZ 0,47

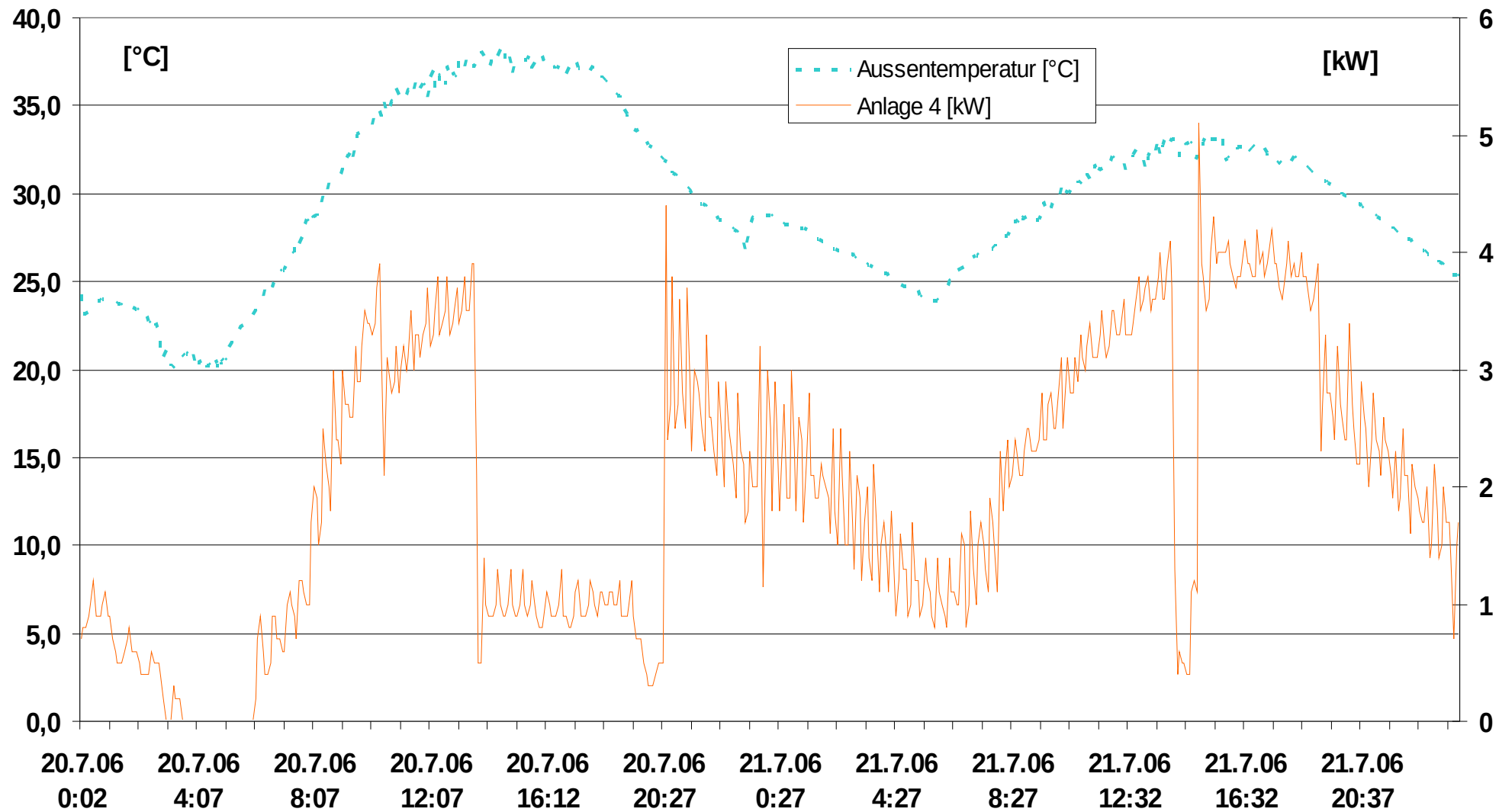
Strom: 0,1850 €/kWh JAZ 2,05

Wasser: 2,22 €/m³

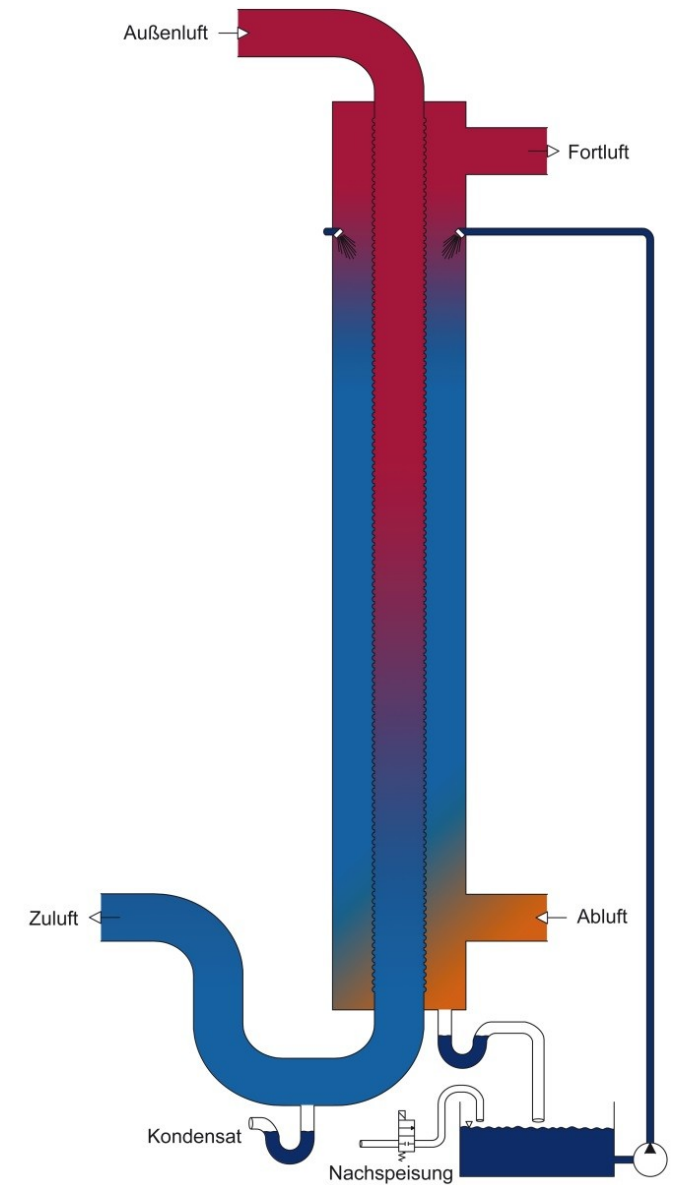
Abwasser: 2,57 €/m³



Unterschied im Energieverbrauch konv. Kälte mit und ohne adiabate Abluftkühlung

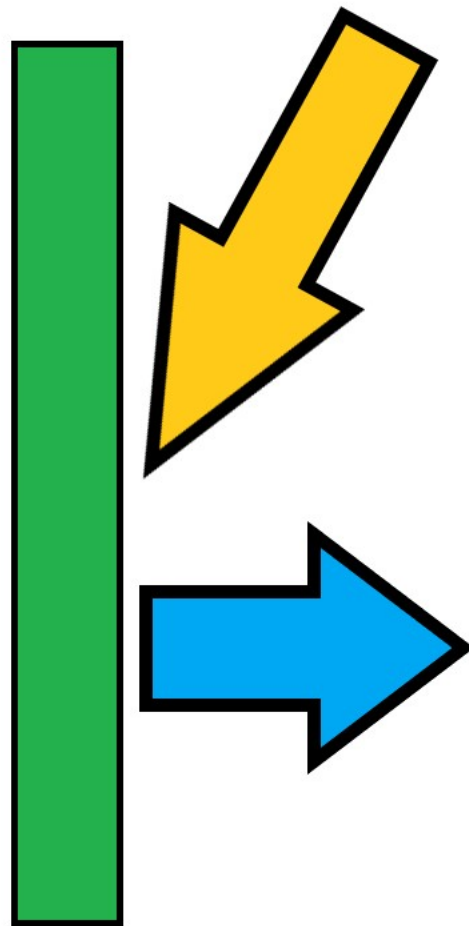
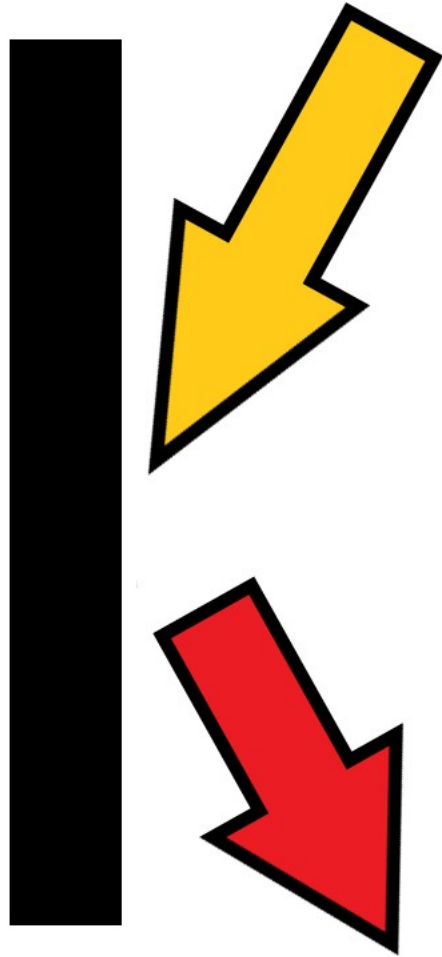
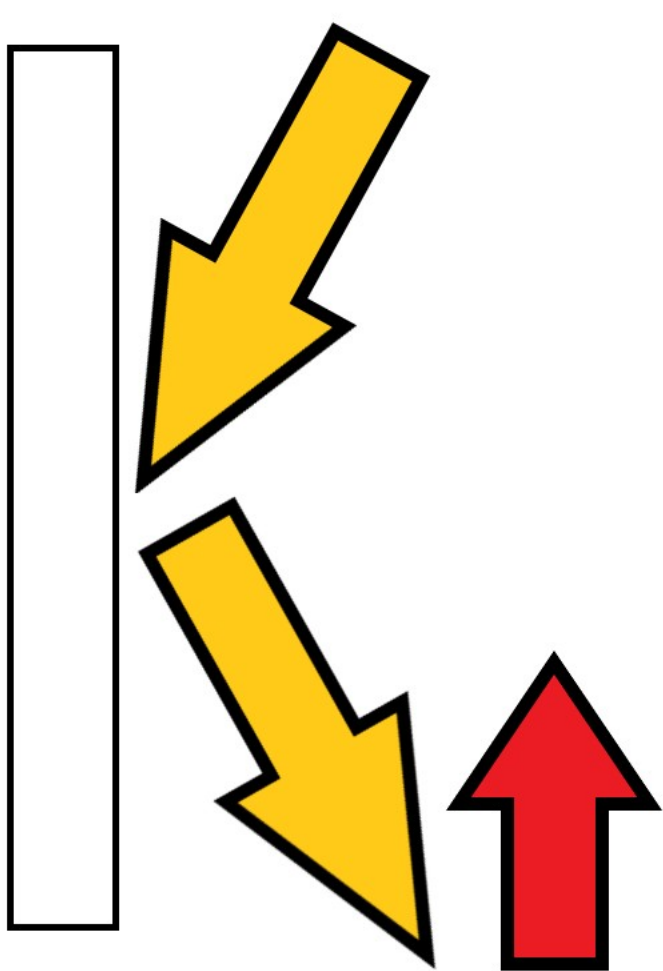


Bürogebäude Mittenwalde, ehem. Rathaus, Baujahr 1880, Sanierung 2002
Adiabate Kühlung in 2 ehemaligen Schornsteinschächten
15m im Gegenstromprinzip als Rohr- im Rohr System





Immergrün: Amerikanische Klettertrompete
(*Bignonia capreolata*/ *Campsis capreolata*)

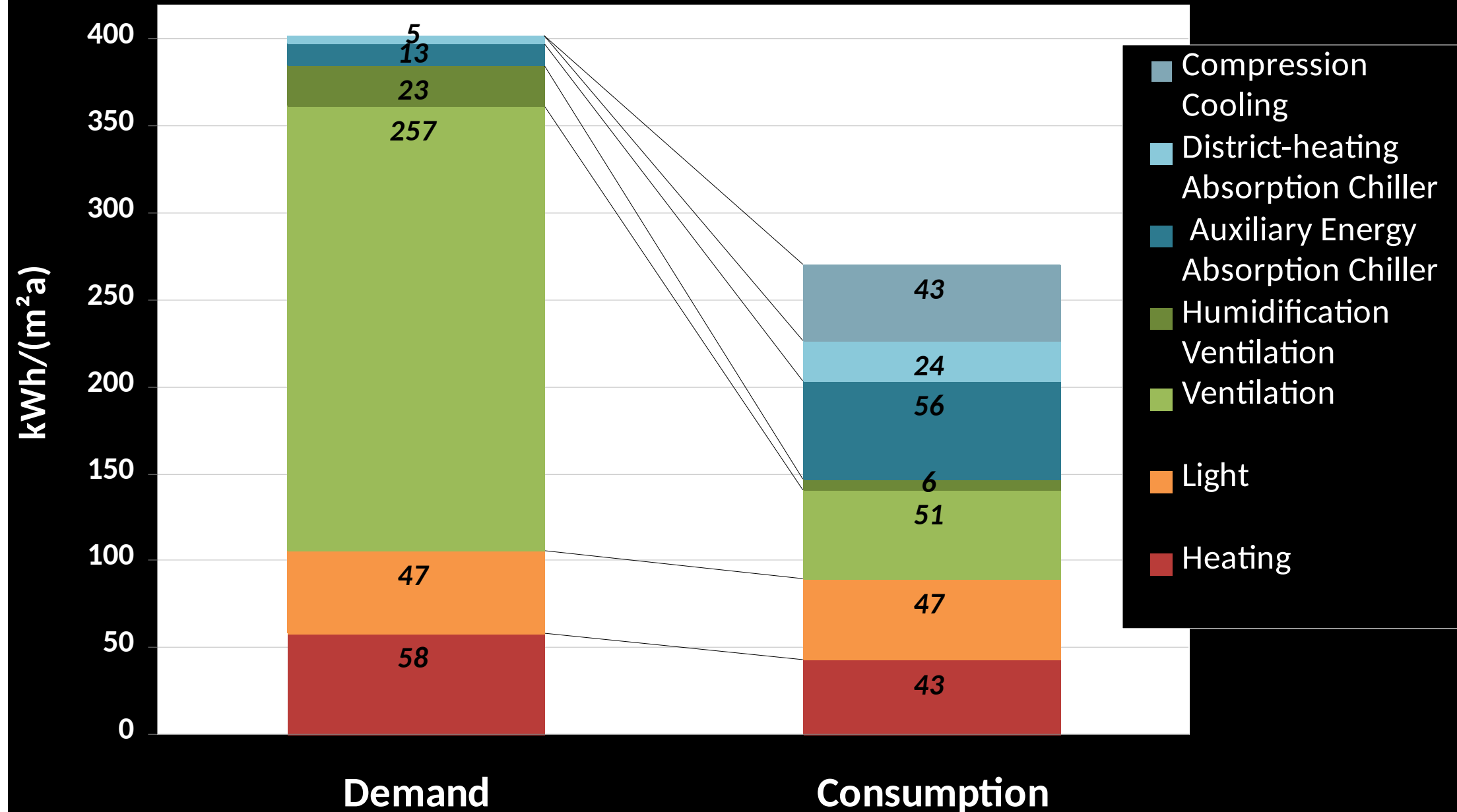


Institut für Physik der Humboldt- Universität zu Berlin

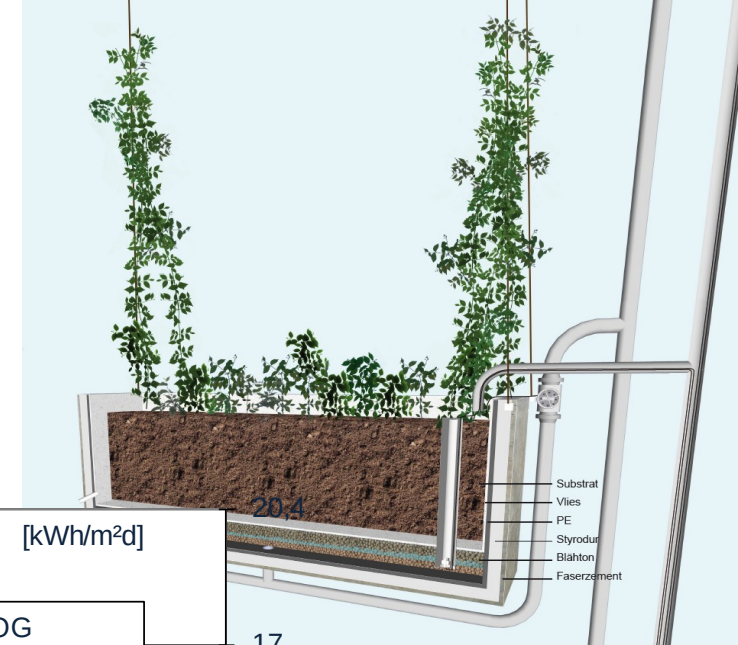
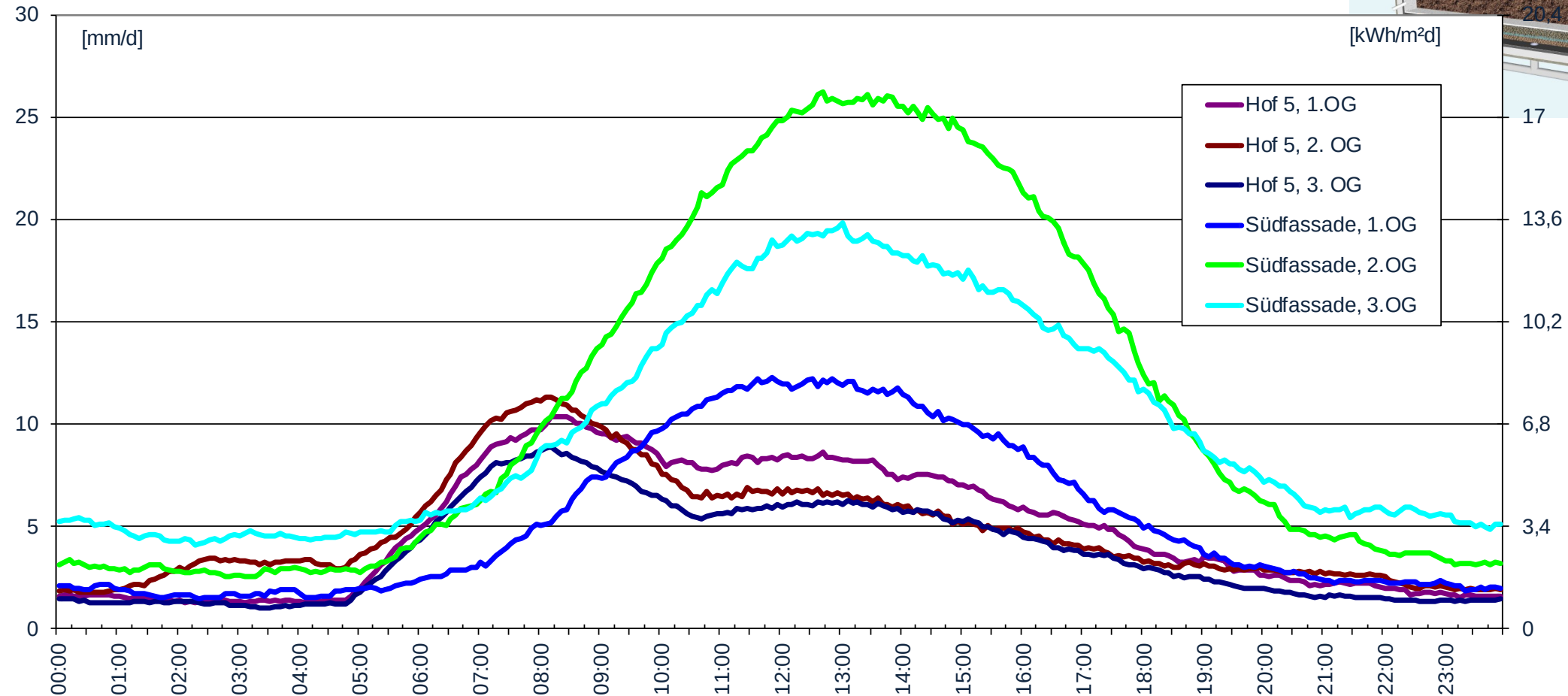
5 Innenhöfe, Südfassade, 9 von 24 Fassaden begrünt



Primary Energy Demand according DIN V 18599 (calculated) compared to consumption (measured)



Durchschnittliche Verdunstung der Fassadenbegrünung Adlershof Physik 15.7.05-14.9.05 erzeugte Verdunstungskälte: 280 kWh pro Tag



Betriebskosten: 1.300 €/a

Betriebskosten: 16.525 €/a

Kostenvergleich

Konventioneller
Sonnenschutz mit
Fassadenbegrünung

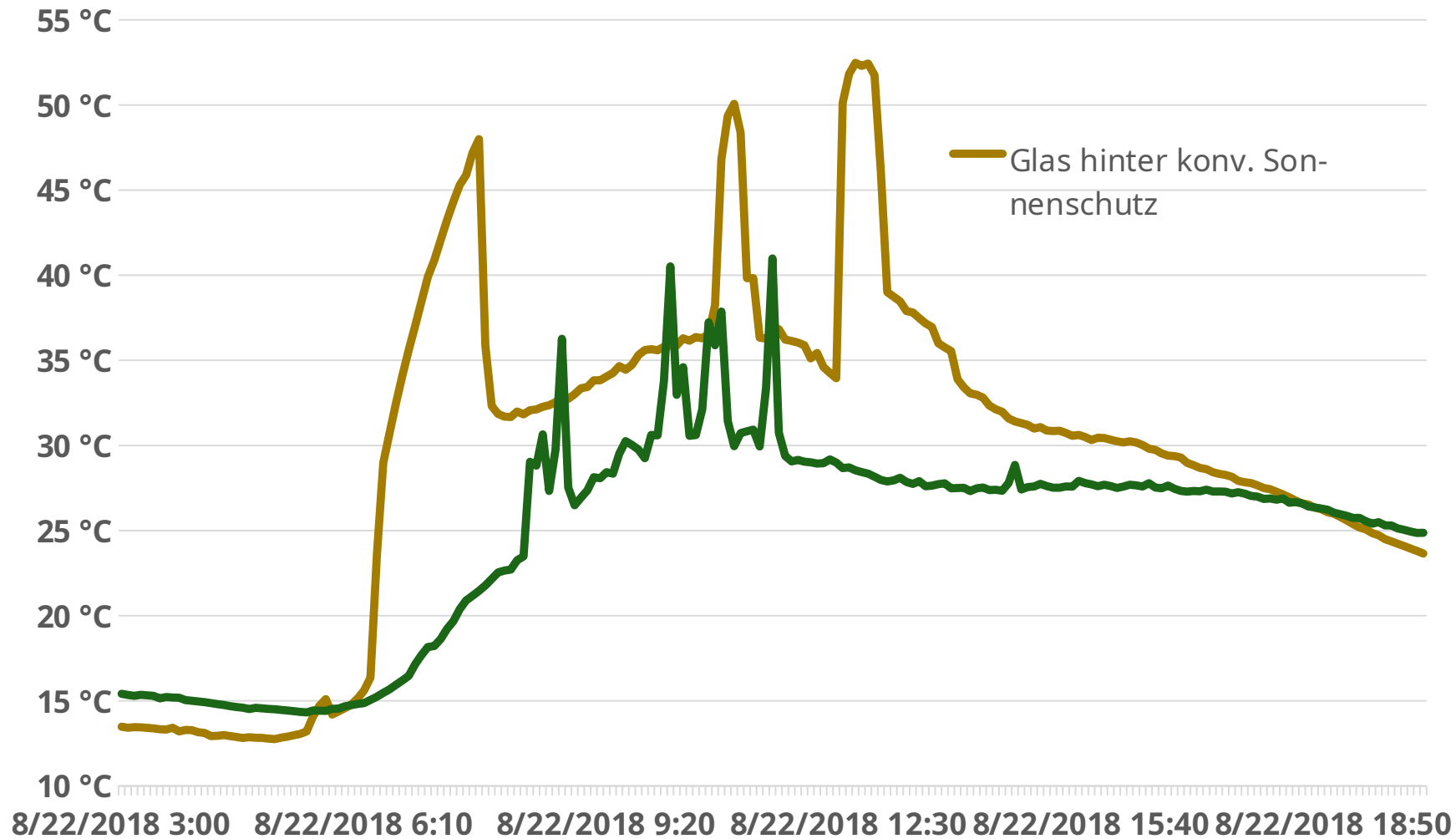
Gebäude Institut für Physik,
Humboldt-Universität
Berlin-Adlershof

**Primärenergiebedarf zum
Heizen und Kühlen für eine
südorientierte
Bürraumgruppe,
konventioneller
Sonnenschutz im Vergleich
zur Grünfassade
(nach DIN V 18599)**

(TU Berlin, IBUS Architekten 2014)

**Gebäude Institut für Physik,
Humboldt-Universität
Berlin-Adlershof**





**Oberflächentemperatur
Glasfassade hinter
konventionellem Sonnenschutz
im Vergleich hinter
Fassadenbegrünung**

06:00 - 18:00 h

**Konv. Sonnenschutz: 34,5 °
Fassadenbegrünung: 27,0 °**

Ziel: 26,0 °C nach DIN 4108

**Konv. Sonnenschutz: + 8,5 K
Fassadenbegrünung: + 1,0 K**



Null Emissionsbürogebäude HafenCity Hamburg GmbH
Architekten Heinle Wischer Gesellschaft für Generalplanung mbH



Bunker St. Pauli, Hamburg

Bauherr: **Matzen Immobilien KG**

Architekten: **phase10, Freiberg**

Landschaftsarchitektur: **L-Plus, Hamburg**

Baukosten: **ca. 100 Mio. Euro**

davon Dachgarten/ Begrünung: **ca. 8 Mio. Euro**

Lieferant Gehölze: **Lorenz von Ehren GmbH**

Ausführung: **Klaus Hildebrandt AG**

frei zugänglicher Dachgarten in 58 m Höhe

- 7600 m² Grün- / Gemeinschaftsfläche
- 1700 m² begrünte Fassadenfläche
- Bepflanzung mit 4.700 Bäumen, Sträuchern und Hecken, 23.000 Stauden

„Bergpfad“

- 300 m lang
- 422 Tonnen schwer
- fünf Meter breit



BMUV DAS Förderkennzeichen: 67DAS292



Bunker St. Pauli, Hamburg

Aufstockung 5 Level

- Hotel mit 136 Zimmern, div. Gastronomieflächen, mehrstöckige Bar
- Räume für Stadtteilkultur
- Ausstellungsflächen
- Urban-Gardening
- Unterkünfte für Stipendiaten und Künstler
- moderne Dreifeldhalle für Schulsport und Kulturveranstaltungen
- Gedenk- und Informationsort zum NS-Regime und des Zweiten Weltkriegs

Eröffnung: 3.7.2024

Besucherzahlen: > 2 Mio. im ersten Jahr

Projektpartner: **Hilldegarden e.V.**

Optigrün international AG

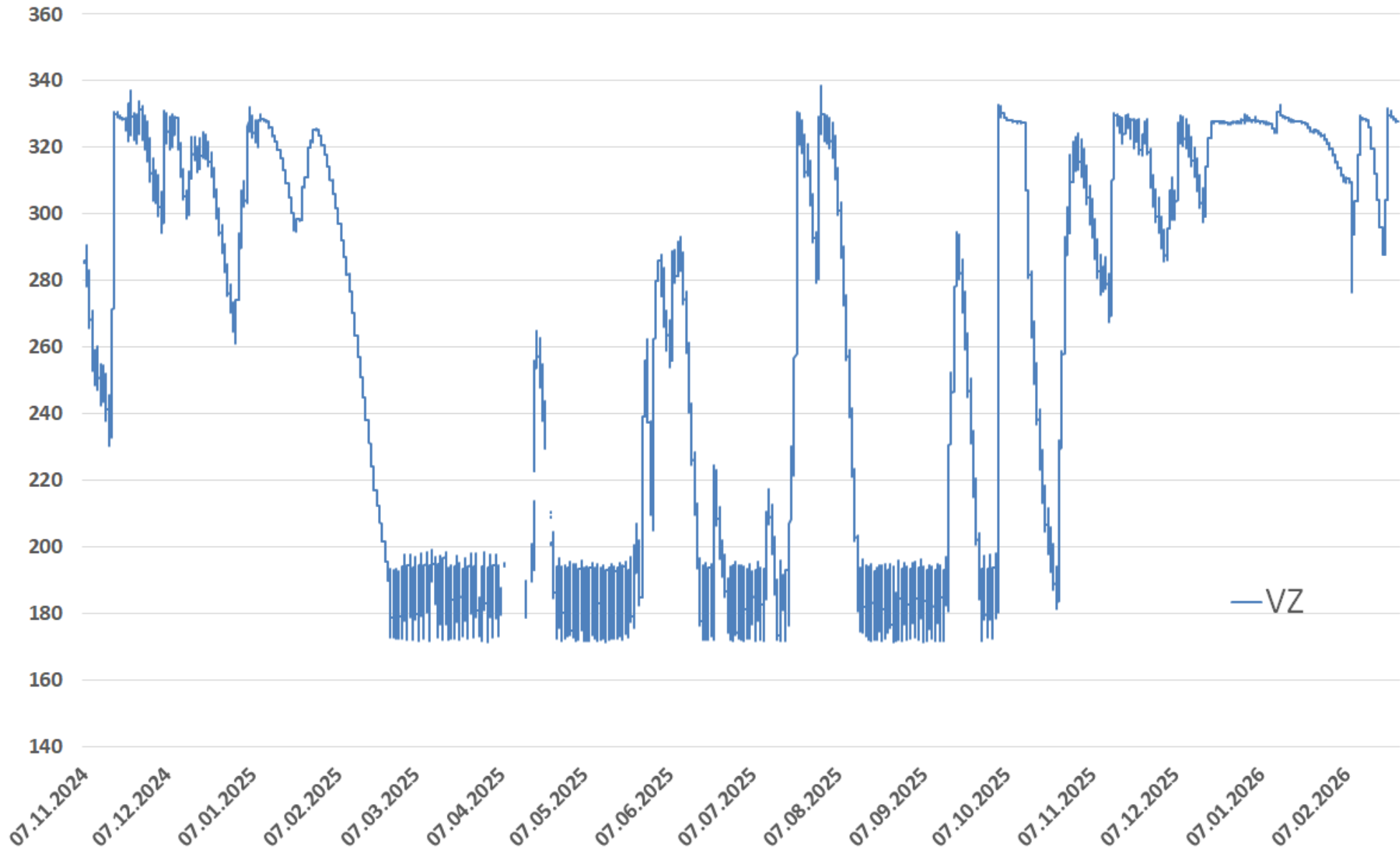
BMUV DAS Förderkennzeichen: 67DAS292



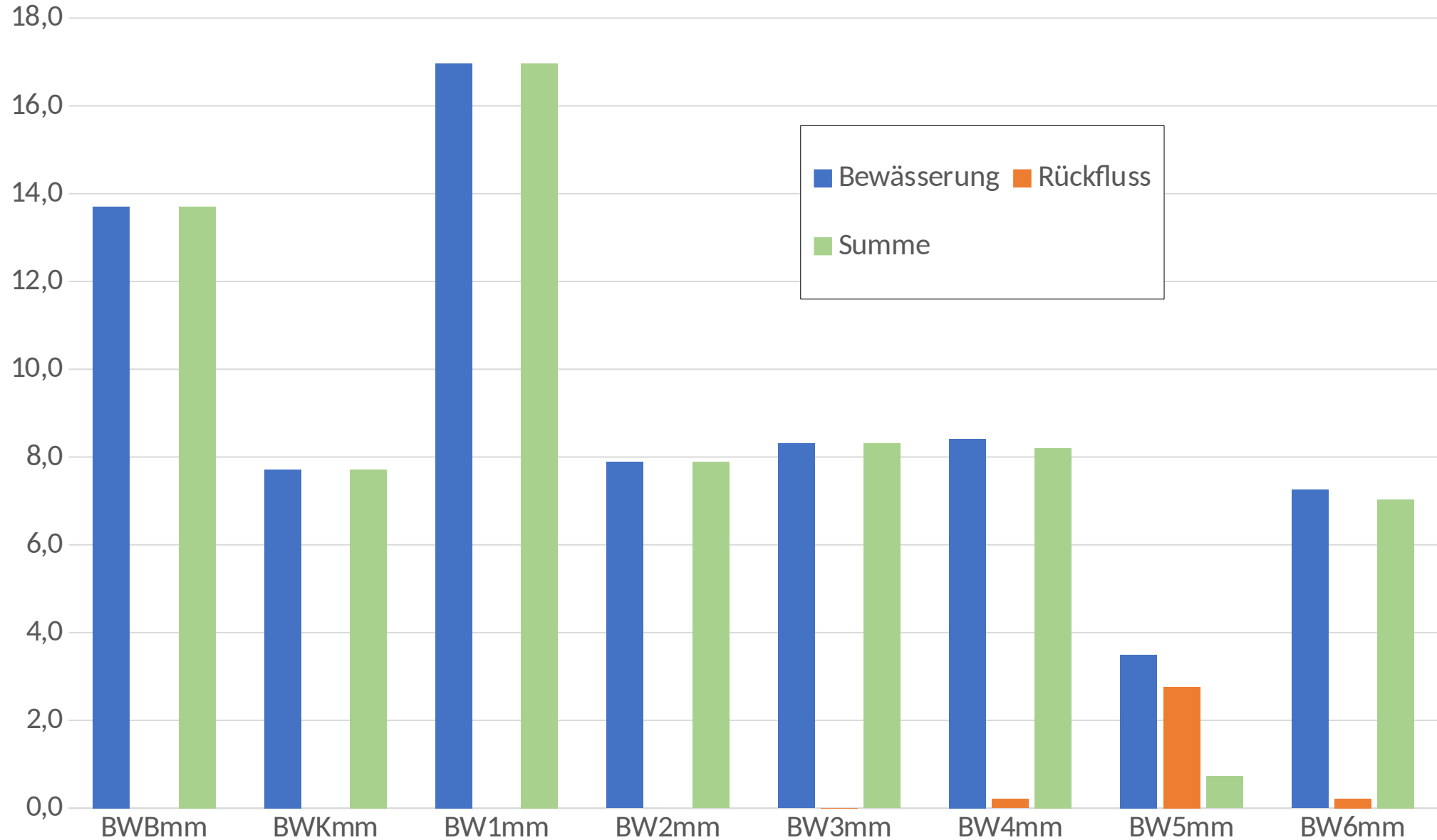




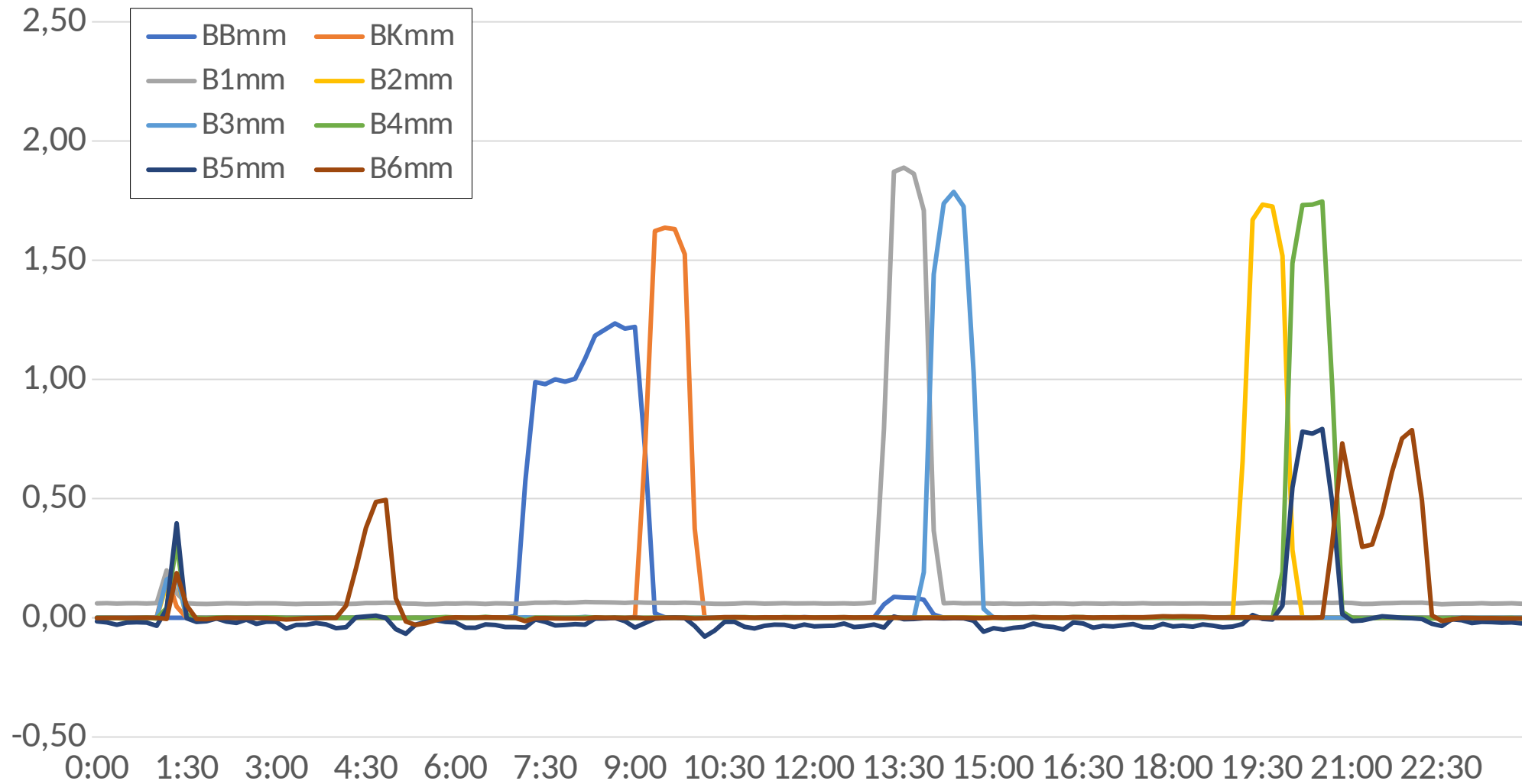
Volumen Regenwasserzisterne BSP Hamburg in [m³]



BSP Bewässerungsmengen in [mm] vom 16.5.-18.12.25



Bewässerung im durchschnittlichen Tagesgang 16.5.25 - 18.12.25
10 Minuten Summe in [mm]



Bilanz 6.6.- 20.7.2025, 45 Tage

393,1 m³ Trinkwassernachspeisung in Zisterne

3479 m² Pflanzfläche

113,0 mm Bewässerung aus TWN in Zisterne

90,7 mm Niederschlag (zus. Ablauf der Versiegelung)

203,7 mm Bewässerung und Niederschlag

139 kWh Verdunstungskälte pro m² im Zeitraum

5402 Wh solare Einstrahlung pro Tag

3089 Wh Verdunstungskälte pro m² und Tag

57,2% der solaren Einstrahlung

- ggf. Verdunstungskälte > 100% der solaren
Einstrahlung bezogen auf die Grünflächen -





Wünsche aus Sicht eines Anwenders

- **Bildung eines Userforum, ggf. Facebook Gruppe oä. zum direkten Austausch unter Nutzern**
- **Sammlung von Templates insbesondere bei Modbus Sensorik, Anleitung zur Nutzung und Integration der Templates**
- **Push von Daten auf eine Fritzbox als SQL oä.**
- **Unterstützung/ Darstellung von Optionen wegen fehlender Visualisierung**
- **Erweiterung der Video-Tutorials**

Vielen Dank

www.phasenwechsel.com

www.bimoka.de/ak

www.zukunftbau.de

www.bbsr.bund.de



Bunker St. Pauli: Erste Begrünungsskizze Friedensreich Hundertwasser, Hamburger Abendblatt 1992

Visualisierung DESY Halle 36 Hamburg: „luminousfields“

Visualisierung Bunker St.Pauli Hamburg: „Planungsbüro Bunker/Matzen Immobilien“