



Ihre Pläne. Unser Team.

HKL
INGENIEURE

ThEGA-Forum

Integrale Energiekonzeption unter Berücksichtigung der spezifischen Prozesse

Martin Deutschmann | Geschäftsführer, HKL Ingenieurgesellschaft mbH

HKL Ingenieurgesellschaft mbH
Erfurter Landstraße 9/10 • 99095 Erfurt

Tel 036204 - 616 0

Fax 036204 - 616 16

Mail info.hkl-ingenieure.de

Net www.hkl-ingenieure.de

HKL Ingenieurgesellschaft mbH

Planungsbüro für gesamten Bereich der technischen Gebäudeausrüstung (HLSK + ELT + GA)

Inhaber geführtes Ingenieurbüro

30 Mitarbeiter

Gründung 1990

erfolgreiche Nachfolgeregelung seit 2012

Zertifiziert nach DIN ISO 9001

Unternehmensitz in Erfurt, Thüringen



Das TEAM - HKL



1. Bestandsanalyse

2. Werkzeuge

3. Praxisbeispiele

1. Bestandsanalyse

2. Werkzeuge

3. Praxisbeispiele

„jagen und sammeln von Informationen“

- Randbedingungen Gebäudehülle?
- Randbedingungen Nutzung?
- Potentialanalyse natürlicher Wärmequellen/ -senken?
- Verbrauchsdaten der letzten Jahre/ vergleichbare Projekte?
- Prozessabhängige Besonderheiten?
- Analyse Förderprogramme?

Ermittlung der **u-Werte** von

- > Dach
- > Fassade
- > Fenster

Ermittlung **Fensterflächenanteil**

Klärung max. **zulässiger Lasten** auf Dach

Ermittlung der **g-Werte** der Fenster

Sonnenschutzmaßnahmen



Bild 1:Aufbau Außenwand und Dach

Interne Wärmeeinträge

Personen = 2 pro Büro

Beleuchtung = 400 W ; 15 W/m²

EDV = 300 W ; 11 W/m²

Summe = 700 W

Zeitplan Belegung:

0 - 7: 0%

7 - 8: 25%

8 - 9: 50%

9 - 12: 100%

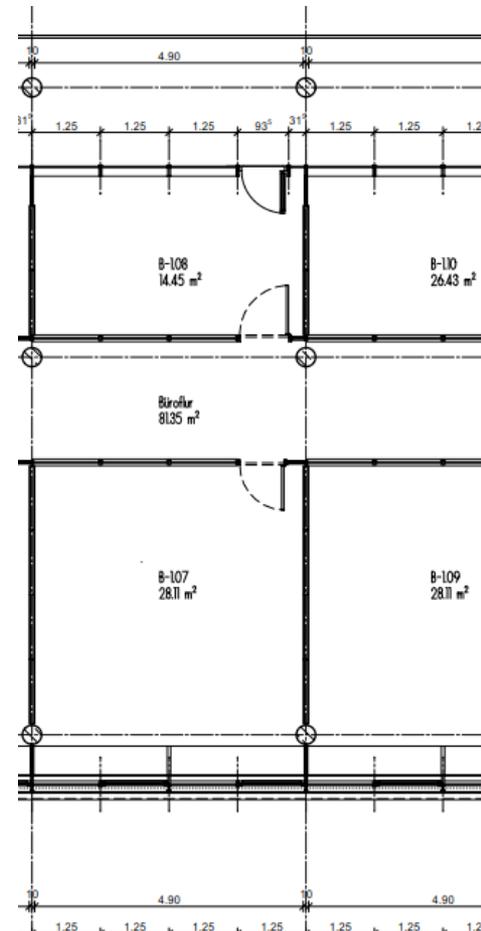
12 - 14: 75%

14 - 17: 100%

17 - 18: 50%

18 - 19: 25%

19 - 0: 0%





Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortabfrage zum Einsatz von Erdwärmesonden

Für das Grundstück **Am Ölgraben 5** in **37345 Großbodungen, Landkreis Eichsfeld** mit den Koordinaten **4394865, 5706188** ergibt sich hinsichtlich der hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen folgende Ersteinschätzung:

Hydrogeologie

Bei der Planung einer Erdwärmesondenanlage ist die Kenntnis der (hydro-) geologischen Untergrundverhältnisse wichtig. Damit kann das Gefährdungspotential der Bohrungen auf das Grundwasser eingeschätzt werden. Außerdem ermöglicht sie den mit der Planung beauftragten Firmen eine Abschätzung der einzusetzenden Bohrverfahren sowie eine zeitliche und finanzielle Kalkulation.

Nach den in der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) vorliegenden Unterlagen handelt es sich um o. g. Grundstück im Bereich der obersten 100 m um ein **hydrogeologisch ungünstiges Gebiet I. S. der Arbeitshilfe "Oberflächennahe Geothermie"** des TLVwA. Eine Einzelfallprüfung durch die geologische Fachbehörde ist empfehlenswert. Es treten Gesteine des Mittleren Buntsandsteins auf. Im Gebiet sind aufsteigende Salzwässer bekannt.

Wenn für die Planung genauere Informationen zur Gesteinsabfolge oder Grundwasserstand benötigt werden, bietet der Geologische Landesdienst der TLUG eine kostenpflichtige standortbezogene Stellungnahme an.

Wasserschutzgebiete

Eine Erdwärmesondenanlage ist nach §50 des Thüringer Wassergesetzes bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde anzuzeigen, damit der Schutz des Grundwassers mit der Erdwärmenutzung in Einklang gebracht werden kann.

Nach den in der TLUG vorliegenden Unterlagen handelt es sich um ein **wasserwirtschaftlich günstiges Gebiet I. S. der o. g. Arbeitshilfe. Der Standort befindet sich außerhalb von Wasser- oder Heilquellenschutzgebieten.**

Die zuständige Genehmigungsbehörde für den Einbau und den Betrieb von Erdwärmesonden ist die Untere Wasserbehörde **des Landkreises Eichsfeld**. Die Adresse der Unteren Wasserbehörde lautet: **Landkreis Eichsfeld, Untere Wasserbehörde, Friedensplatz 8, 37308 Heilbad Heiligenstadt**. Bohrungen, die tiefer als 100 m werden sollen, sind zusätzlich dem Thüringer Landesbergamt, Puschkinplatz 7 in 07545 Gera anzuzeigen. Dort erhalten Sie auch Informationen über mögliche Altbergaufflächen.

Diese Abfrage ist ein Service des Geologischen Landesdienstes der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie. Die Informationen wurden nach bestem Wissen sorgfältig zusammengestellt und geprüft. Es wird jedoch keine Gewähr - weder ausdrücklich noch stillschweigend - für die Vollständigkeit, Richtigkeit, Aktualität oder Qualität und jederzeitige Verfügbarkeit der bereit gestellten Informationen übernommen. In keinem Fall wird für Schäden, die sich aus der Verwendung der abgerufenen Informationen ergeben, eine Haftung übernommen.

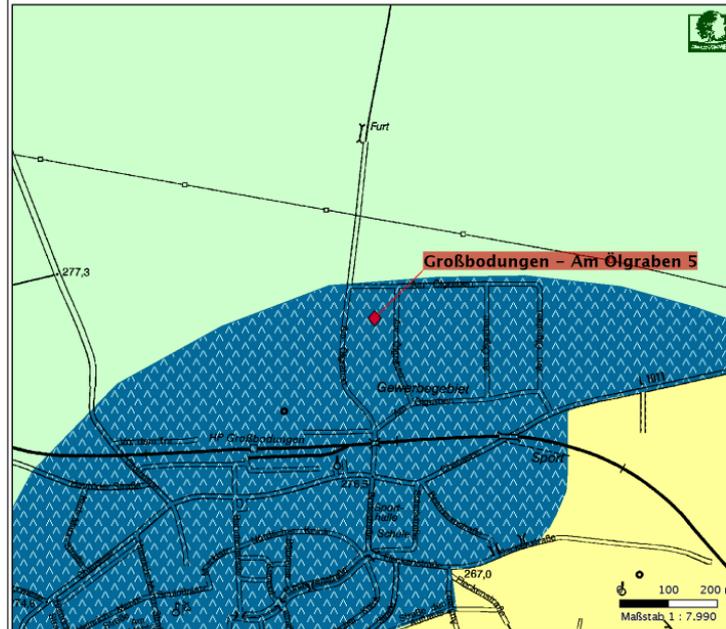
Erdauflüsse sind laut Lagerstättengesetz der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie rechtzeitig anzuzeigen, damit eine geologische und bodengeologische Aufnahme zur Erweiterung des Kenntnisstandes über das Gebiet erfolgen kann. Nach Abschluss der Bohrarbeiten sind die Schichtenverzeichnisse einschließlich der Erkundungsdaten und der Lagepläne durch die Bohrfirmen oder durch das beauftragte Ingenieurbüro in das Geologische Landesarchiv des Freistaates Thüringen zu übergeben.

Arbeitshilfe TLVwA: http://www.tlug-jena.de/geothermie/dokumente/arbeitshilfe_erdwaerme.pdf
 Untere Wasserbehörde: <http://www.kreis-eic.de>

THÜRINGER LANDESANSTALT
 FÜR UMWELT UND GEOLOGIE
 Oßschwitzer Str. 41
 07745 Jena

Erstellungsdatum: 12.05.2011

Geologischer Landesdienst
 Außenstelle Weimar
 Carl-August-Allee 9-10
 99423 Weimar



Die raumbestimmenden Basisdaten wurden vom Thüringer Landesamt für Vermessung und Geoinformation bereitgestellt und werden gemäß Genehmigung Nr. 1612-00058/2007 genutzt.

Wasserwirtschaftliche Bewertung	Hydrogeologische Bewertung	Hydrodynamik
Anlage von Bohrungen zur Erdwärmenutzung unzulässig	Einzelfallprüfung erforderlich auf Grund von	Grundwasserhochsee (in Ü. NN)
Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet Zone I bzw. H2a	hydrogeologisch ungünstigen Verhältnissen	Hydrogeologische Grenze
Einzelfallprüfung erforderlich	Artesische Grundwasser-Verhältnisse	Bachschwende
Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet Zone II bzw. H2b	Salzwasseranstieg	Grundwasserscheide
	Subrosionsgebiet	Störung
	Werra-Bergauffelder	
	Keine Einzelfallprüfung erforderlich	
	Hydrogeologisch günstiges Gebiet: einheitlicher Gesteinsaufbau	
	Bei Beachtung der Hinweise keine Einzelfallprüfung erforderlich	
	Gebiete mit Grundwasser-Stöckwertgleichener	
	Gebiete mit Karst- oder karstähnlichen Verhältnissen	

THÜRINGER LANDESANSTALT
 FÜR UMWELT UND GEOLOGIE
 Oßschwitzer Str. 41
 07745 Jena

Erstellungsdatum: 12.05.2011

Geologischer Landesdienst
 Außenstelle Weimar
 Carl-August-Allee 9-10
 99423 Weimar

Beispiel: Fleischverarbeitungsbetrieb

- Jahresverbrauch Gas 3.700 MWh
- Nutzwärmebedarf 2.600 MWh/a

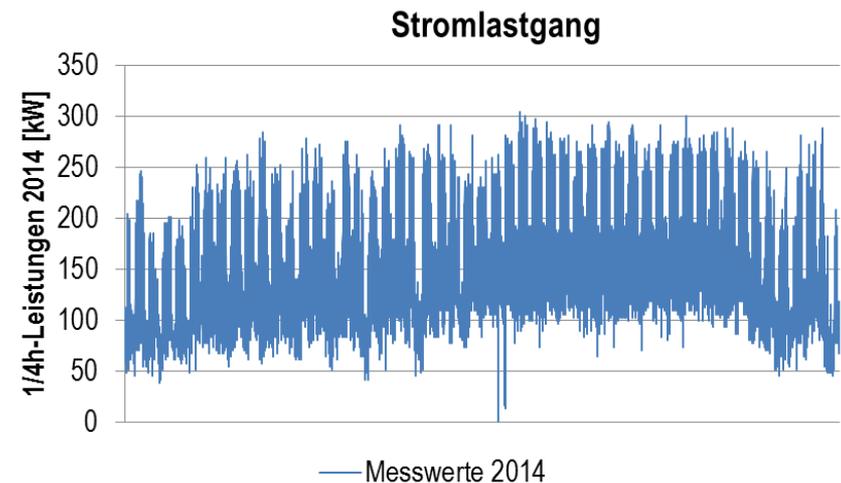
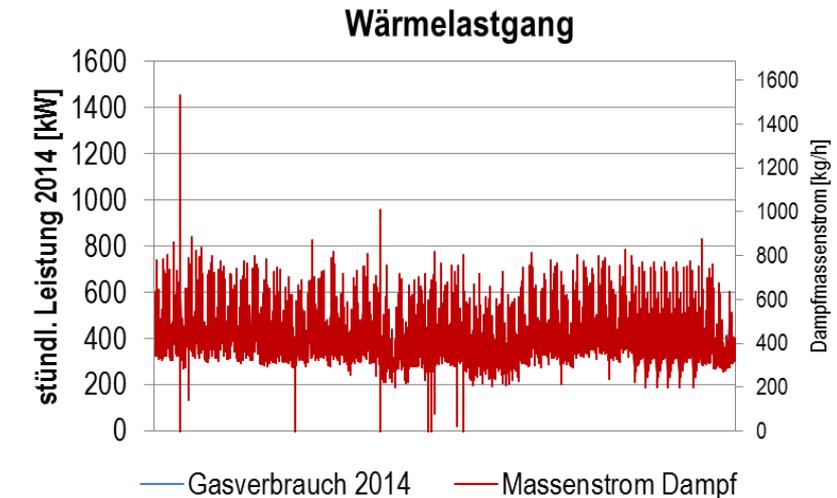
Aufteilung auf 3 Hauptverbraucher

- Prozesswärme
- Raumwärme
- berechnet
- Warmwasserbereitung
- Wärmemessung durchgeführt

- Jahresverbrauch Strom 1.300 MWh

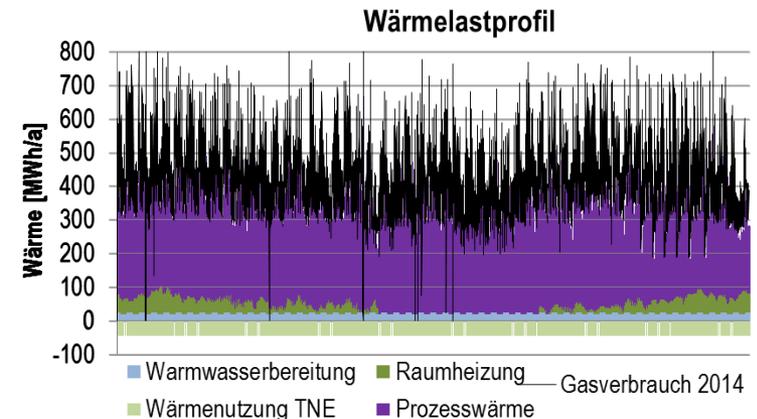
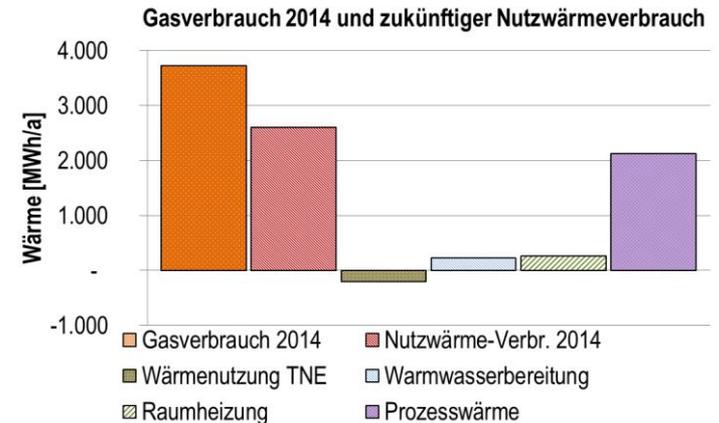
Aufteilung auf

- Kälteerzeugung
- sonstige Verbraucher



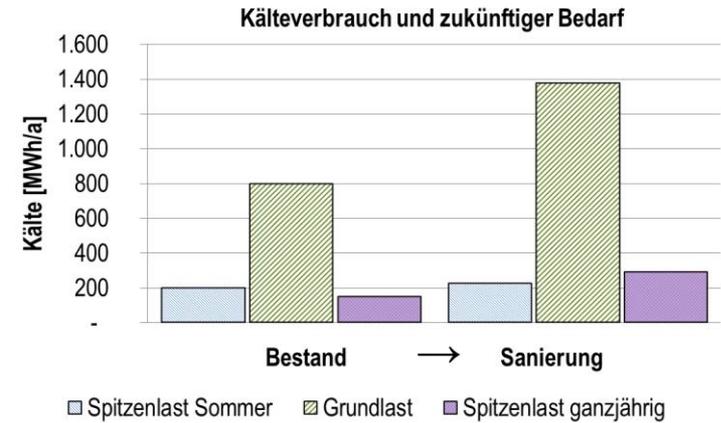
Beispiel: Fleischverarbeitungsbetrieb

- In welchem Umfang wird Dampf benötigt?
- Bisher 100 % Dampfversorgung
- U.a. Luftheizregister für Raumtemperaturen bis max. 18 bzw. 34 °C
- „Echte“ Dampfverbraucher:
 - Luftbefeuchtung Reifeanlagen
 - Brühvorgänge Rauchkammern (F1/F2)
 - 5 x 1h/Woche
- Vorschlag: dezentral elektrisch

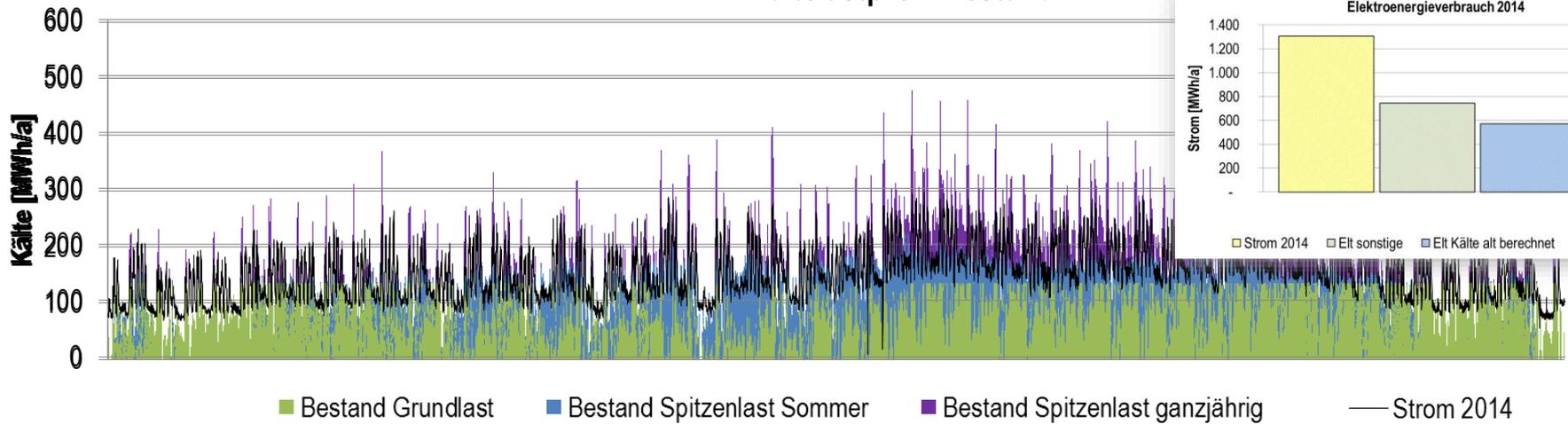


Beispiel: Fleischverarbeitungsbetrieb

- Entwicklung stündliches Kältelastprofil auf Basis der Verbräuche und Verbrauchscharakteristika (Grundlast, Spitzenlast...)
- Prognose des zukünftigen Bedarfs anhand der geplanten Leistungssteigerung



Kältelastprofil Bestand



Beispiel: Fleischverarbeitungsbetrieb

- Förderquote: 80 %
- Maximal 200 T€ in 3 Jahren inkl. anderer Förderprogramme (De-minimis) → ?
- geförderte Beratung Voraussetzung
 - messtechnische Untersuchung der Prozesskette
 - Fokus: Einsparung von Prozessenergie
 - nicht beschränkt auf Wärme-/Kälteerzeugung
 - z.B. neuer Fleischkutter mit 50 % des ursprünglichen Energiebedarfs
- Sinnvolles Verhältnis von Einsparung und Investition erforderlich
- „eigentlich“ keine Ersatzinvestitionen für abgeschriebene Anlagen → i.d.F. Mehrwert der innovativeren Technologie förderfähig
- Nicht Förderfähig: Zubau + Erweiterung; KWK-Anlagen

1. Bestandsaufnahme

2. Werkzeuge

3. Praxisbeispiele

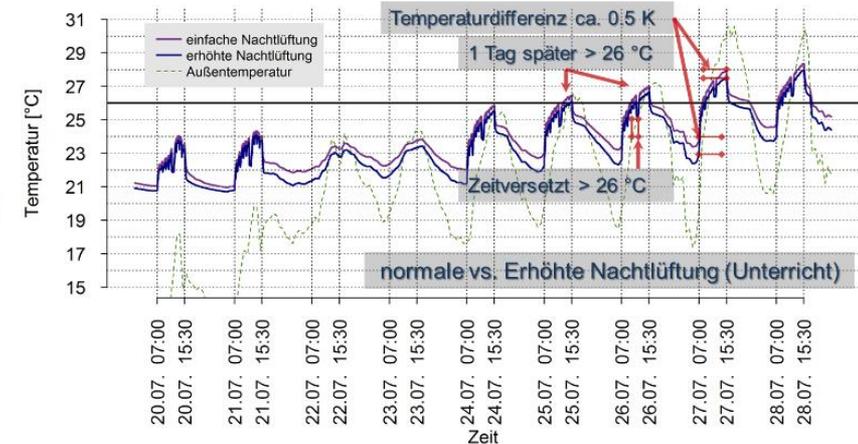
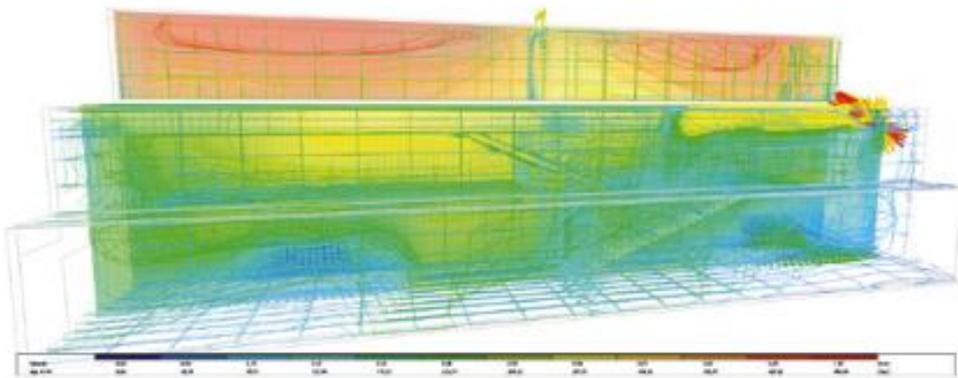
Frage 1: Welche Temperaturen stellen sich im Sommer ein?

Frage 2: Welche Anlagenvariante ist am wirtschaftlichsten?

Frage 3: Wie kann die Lüftungsanlage optimal geplant werden?



→ THERMISCHE GEBÄUDESIMULATION + DYNAMISCHE GESAMTKOSTENRECHNUNG



Frage: Welche Temperaturen stellen sich im Sommer ein?

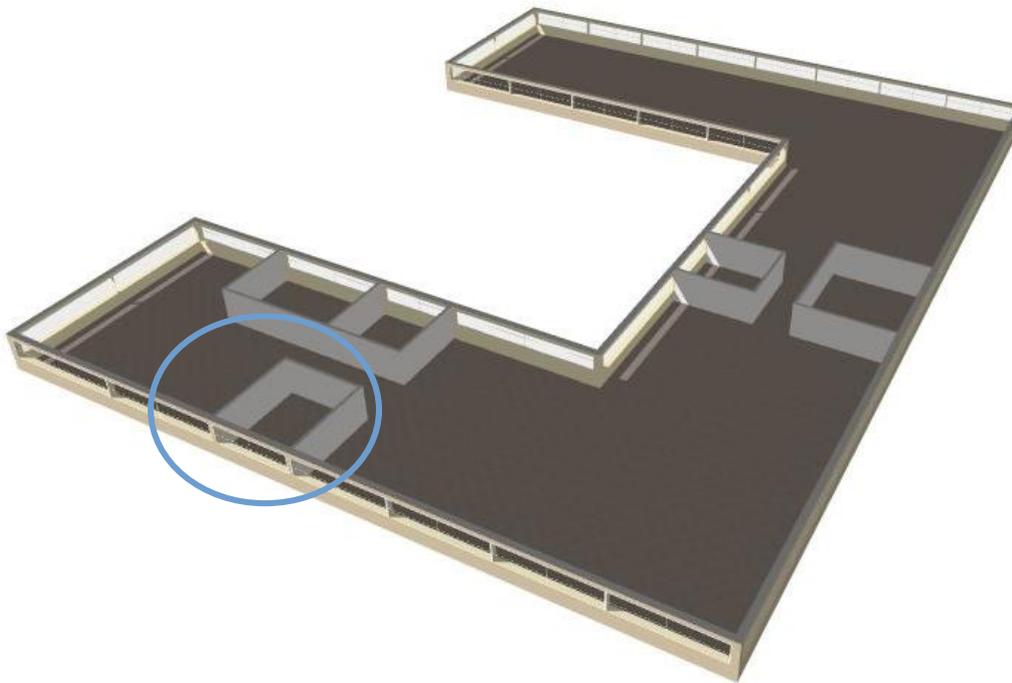
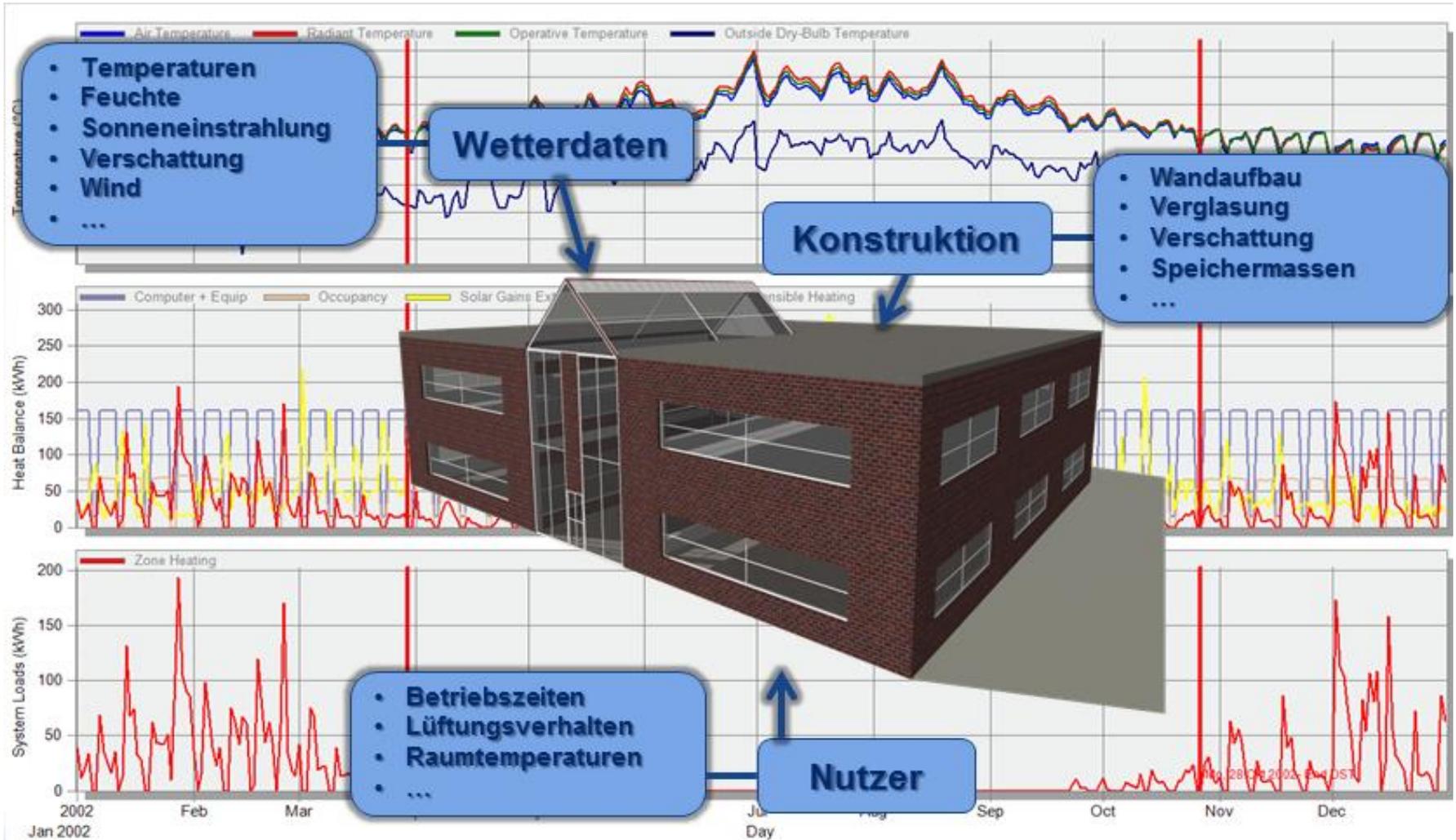


Bild 2: Beispielhafter 2-Personen Büroraum mit 28m² NGF 3. OG Gebäude C

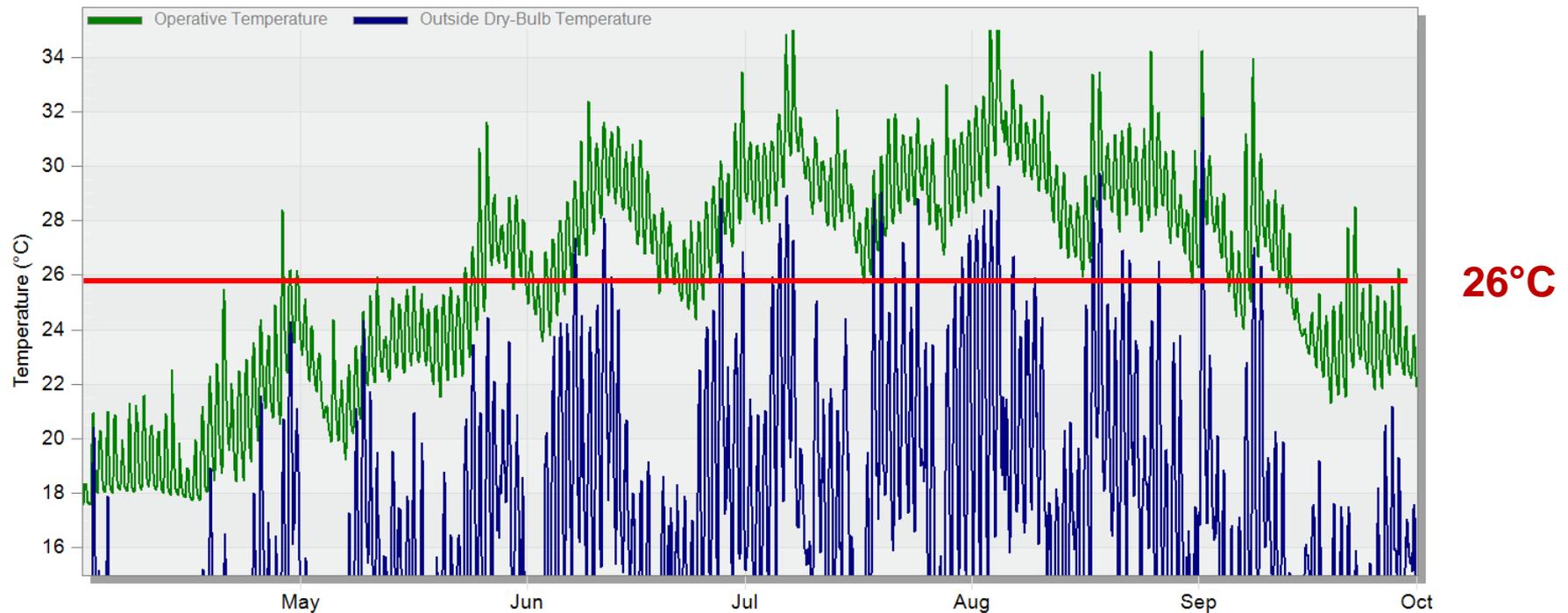


Ergebnisse: Kühlperiode „normaler Sommer“

EnergyPlus Output

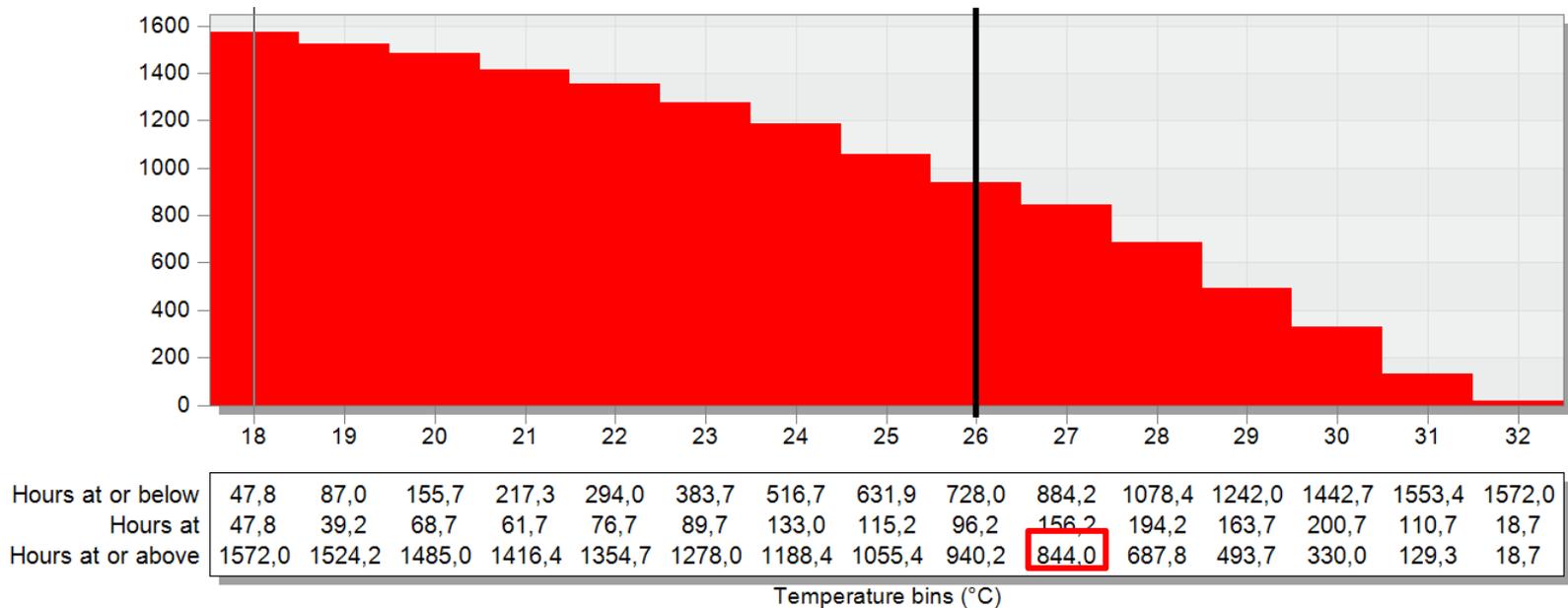
1 Apr - 30 Sep, Hourly

Licensed



Temperaturverlauf über die gesamte Kühlperiode im 2-Personen Büroraum mit Fenstern
tagsüber gekippt 5%

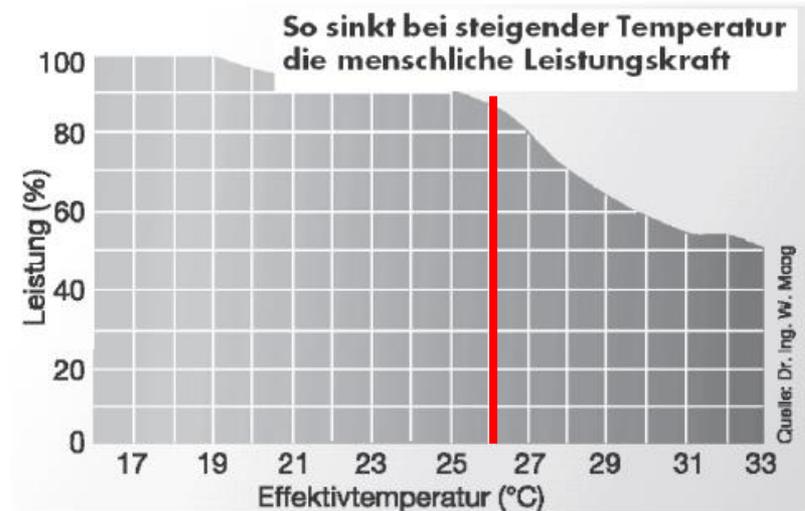
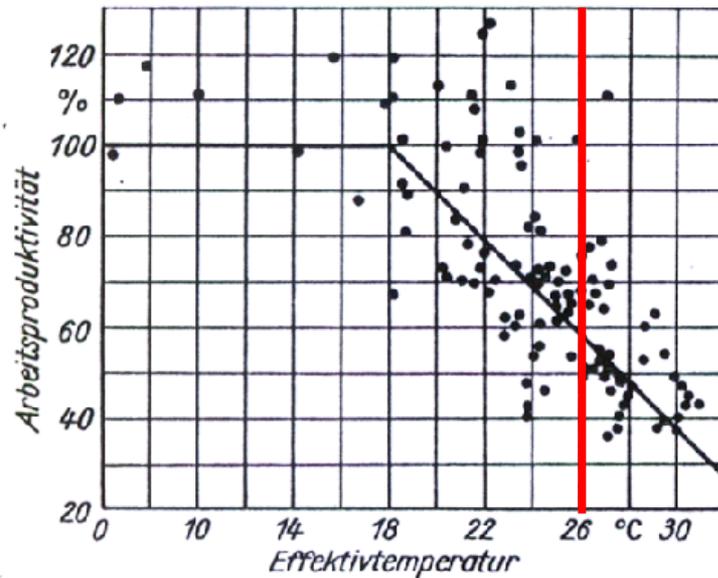
Ergebnisse: Übertemperaturstunden



Übertemperaturstunden für ein Jahr mit Normalsommer im beispielhaften 2-Personen Büroraum

- > Fenster tagsüber gekippt 5%
- > keine Nachtauskühlung

Interpretation: Übertemperaturstunden



Arbeitsproduktivität in Abhängigkeit der Effektivtemperatur nach HAASE (zit. in PETZOLD „Raumlufthemperatur“)

Frage: lohnt eine Investition in eine Kühlanlage, um die Arbeitsproduktivität zu steigern?

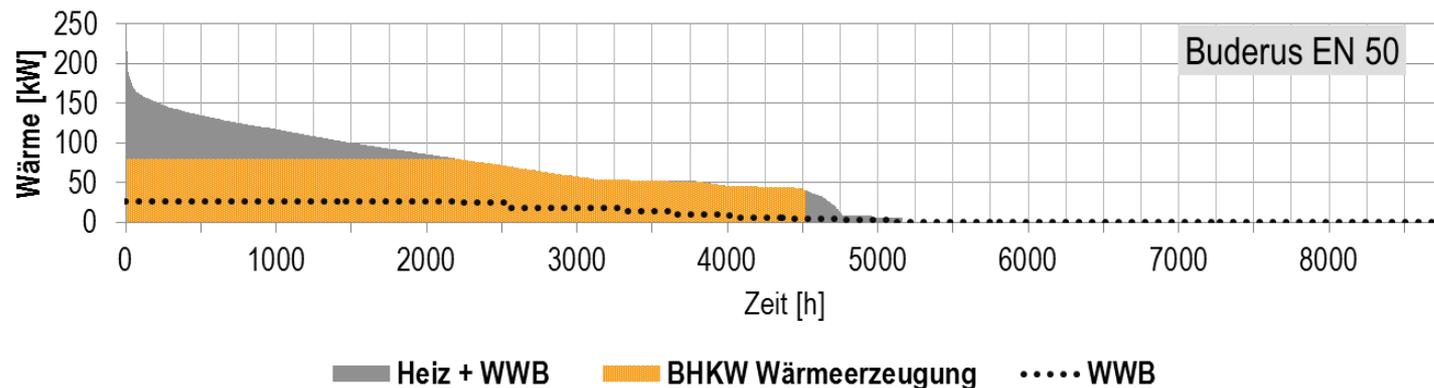
Frage 2: Welche Anlagenvariante ist am wirtschaftlichsten?

- Variantenvergleiche mit dynamischer Gesamtkostenrechnung erforderlich

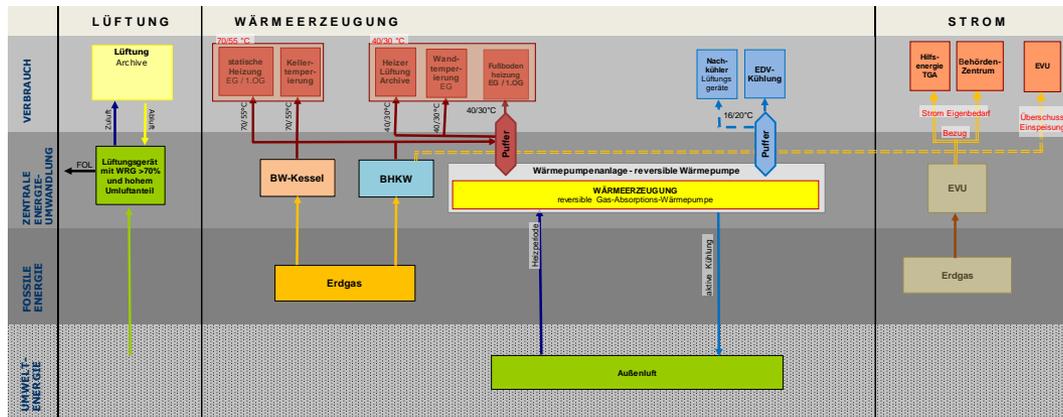
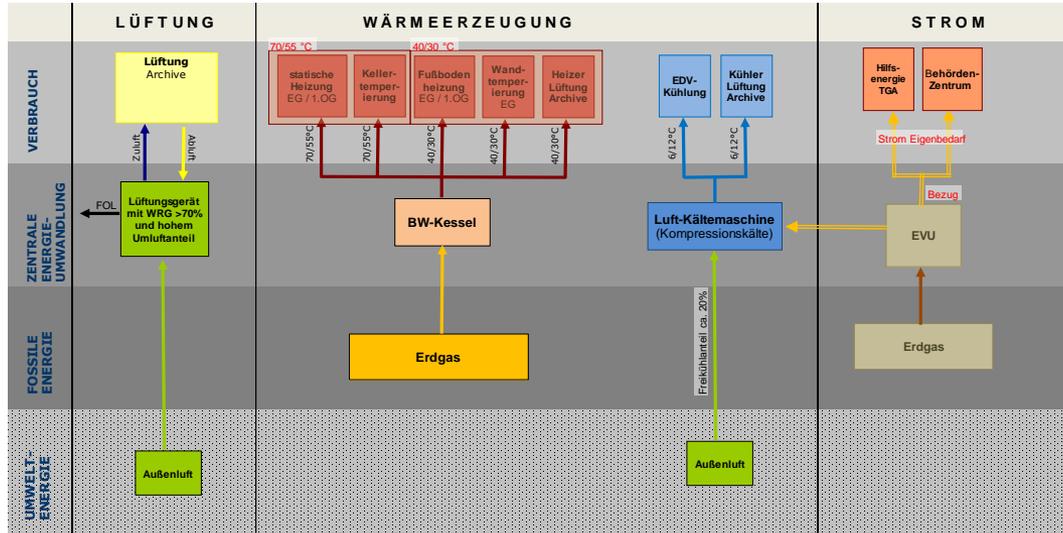


Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen:

- Grundlage: thermische Simulationsrechnung
- Gebäude- und Anlagenverhalten im Jahresgang
- Auslastung und Effizienz der Erzeuger



Variantenuntersuchungen



• Variantenvergleiche mit dynamischer Gesamtkostenrechnung erforderlich

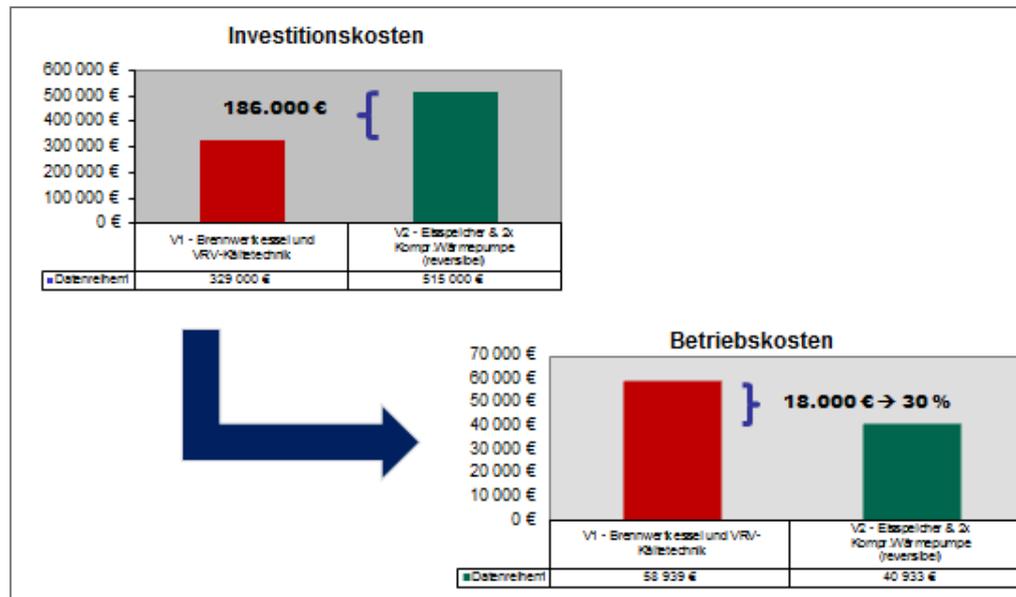
- Variantenvergleiche
- transparente Auswertung
- Annuitätenmethode

Variante : V4 - BHKW, BW-Kessel und Komp.Kältemaschine

(NETTO- Kosten

A.	Kapitalgebundene Kosten - nur variantenbezogene Kosten - Anlagen, Bauwerksteil etc.	Stanz.	EP	Kosten Investition €	Nutzd. Jahre TN	Kapital- Jahreskosten €/a	1.5 %	Instandhalt. Kosten €/a
A.1	BHKW 45kW therm/ 20 kW elt	1	37 000	37 000	15	3535	8.0	298
A.2	Brennwertgerät 300 kW	1	50 000	50 000	20	4082	3.0	150
A.3	Kompressionskältemaschine (Wasser)	1	30 000	30 000	15	2866	3.5	106
A.4	Rückkühlpumpen/Freikühler	1	10 000	10 000	20	816	3.5	38
A.5								
A.6								
A.7								
A.8								
A.9								
A.10								
A.11								
A.12								
A.13								
A.14								
A.15								
A.16								
A.17								
A.18								
A.19								
A.20								
A.21								
A.22								
A.23								
A.24								
A.25								
A.26								
A.27								
A.28								
A.29								
A.30								
A.31								
A.32								
A.33								
A.34								
A.35								
A.36								
A.37								
A.38								
A.39								
A.40								
A.41								
A.42								
A.43								
A.44								
A.45								
A.46								
A.47								
A.48								
A.49								
A.50								
A.51								
A.52								
A.53								
A.54								
A.55								
A.56								
A.57								
A.58								
A.59								
A.60								
A.61								
A.62								
A.63								
A.64								
A.65								
A.66								
A.67								
A.68								
A.69								
A.70								
A.71								
A.72								
A.73								
A.74								
A.75								
A.76								
A.77								
A.78								
A.79								
A.80								
A.81								
A.82								
A.83								
A.84								
A.85								
A.86								
A.87								
A.88								
A.89								
A.90								
A.91								
A.92								
A.93								
A.94								
A.95								
A.96								
A.97								
A.98								
A.99								
A.100								
A.101								
A.102								
A.103								
A.104								
A.105								
A.106								
A.107								
A.108								
A.109								
A.110								
A.111								
A.112								
A.113								
A.114								
A.115								
A.116								
A.117								
A.118								
A.119								
A.120								
A.121								
A.122								
A.123								
A.124								
A.125								
A.126								
A.127								
A.128								
A.129								
A.130								
A.131								
A.132								
A.133								
A.134								
A.135								
A.136								
A.137								
A.138								
A.139								
A.140								
A.141								
A.142								
A.143								
A.144								
A.145								
A.146								
A.147								
A.148								
A.149								
A.150								
A.151								
A.152								
A.153								
A.154								
A.155								
A.156								
A.157								
A.158								
A.159								
A.160								
A.161								
A.162								
A.163								
A.164								
A.165								
A.166								
A.167								
A.168								
A.169								
A.170								
A.171								
A.172								
A.173								
A.174								
A.175								
A.176								
A.177								
A.178								
A.179								
A.180								
A.181								
A.182								
A.183								
A.184								
A.185								
A.186								
A.187								
A.188								
A.189								
A.190								
A.191								
A.192								
A.193								
A.194								
A.195								
A.196								
A.197								
A.198								
A.199								
A.200								
A.201								
A.202								
A.203								
A.204								
A.205								
A.206								
A.207					</			

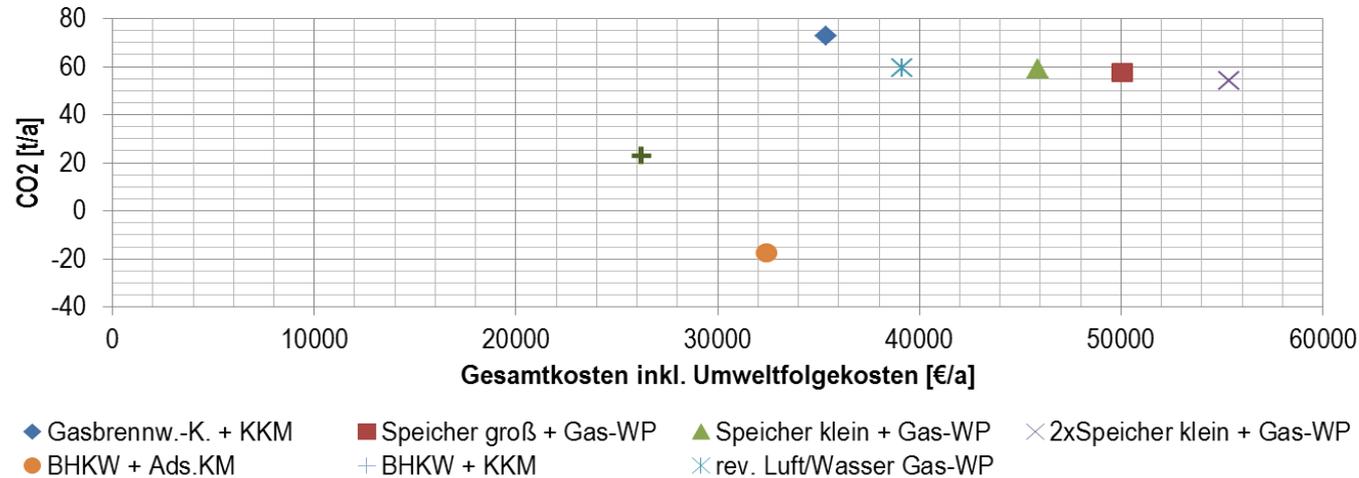
- Variantenvergleiche mit dynamischer Gesamtkostenrechnung erforderlich
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen nach VDI 2067



- **Dynamische Gesamtkostenberechnung über 20 Jahre**

=> Investition + Betrieb + Energiebedarf + (Zinseffekte, Restwerte, Preissteigerung etc.)

- Variantenvergleiche mit dynamischer Gesamtkostenrechnung erforderlich
 - CO₂-Bilanzierung
 - GEMIS v4.8.1



> Transparente Entscheidungsgrundlage für den Bauherrn

Frage: Ist die Wirtschaftlichkeit das einzige Entscheidungskriterium?

- CO₂-Emission
- Primärenergiebilanz

Frage 3: **Wie kann die Lüftungsanlage optimal geplant werden?**

Planung/Realisierung:

2013 – 2016 / 2016-2018

TGA-Kosten:

1.830.000 € netto (Kostenber. Entw.)

Leistungsbild nach HOAI:

LPH 1-9

Anlagengruppen: 1-3,7,8 nach HOAI

NF: 3.787 m²

BGF: 6.005 m²

BRI: 35.012 m²

Bauherr:

Klassik Stiftung Weimar
(vertreten durch Frau Glaser)

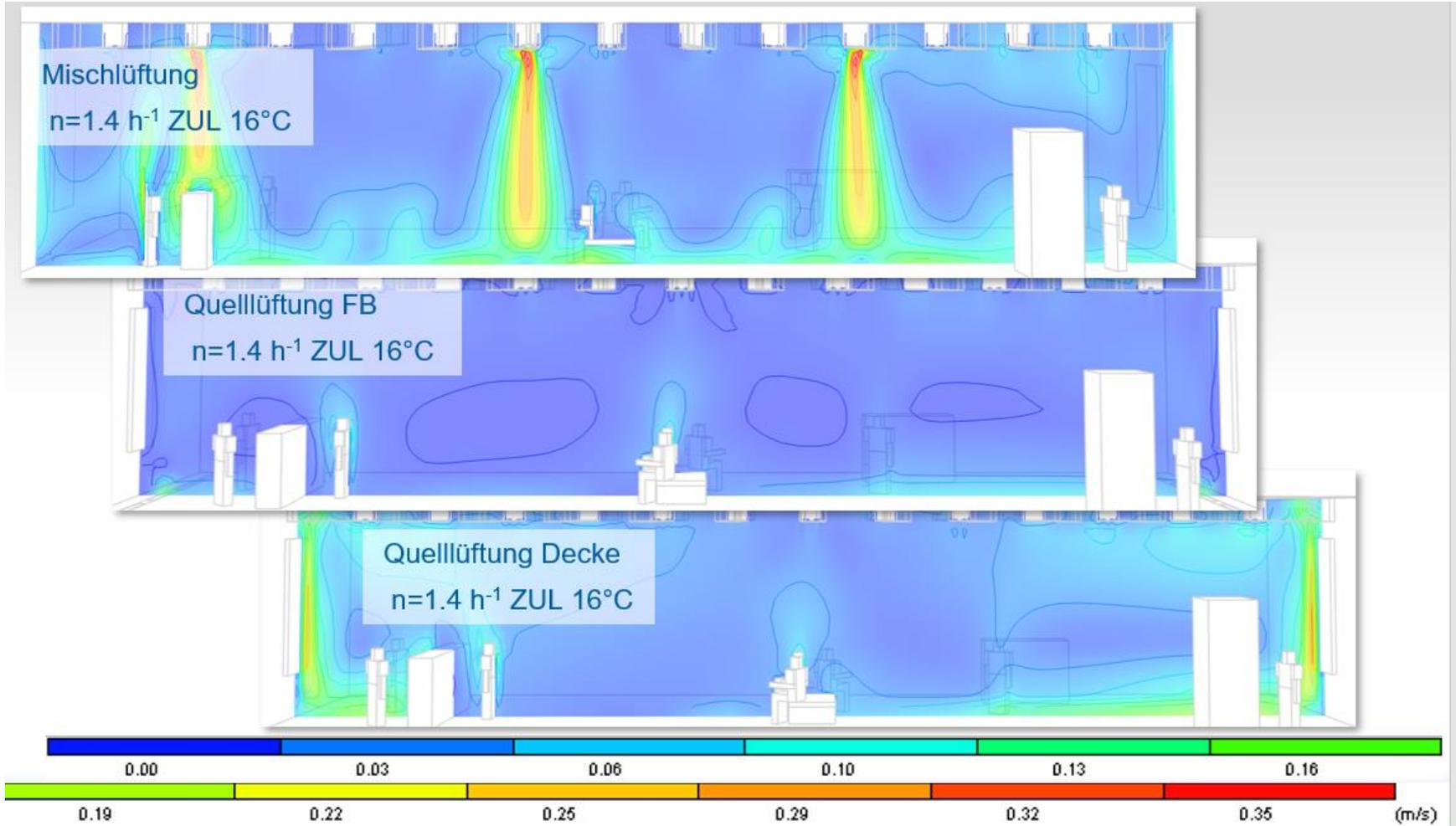
Architekt:

heike hanada_
laboratory of art and architecture

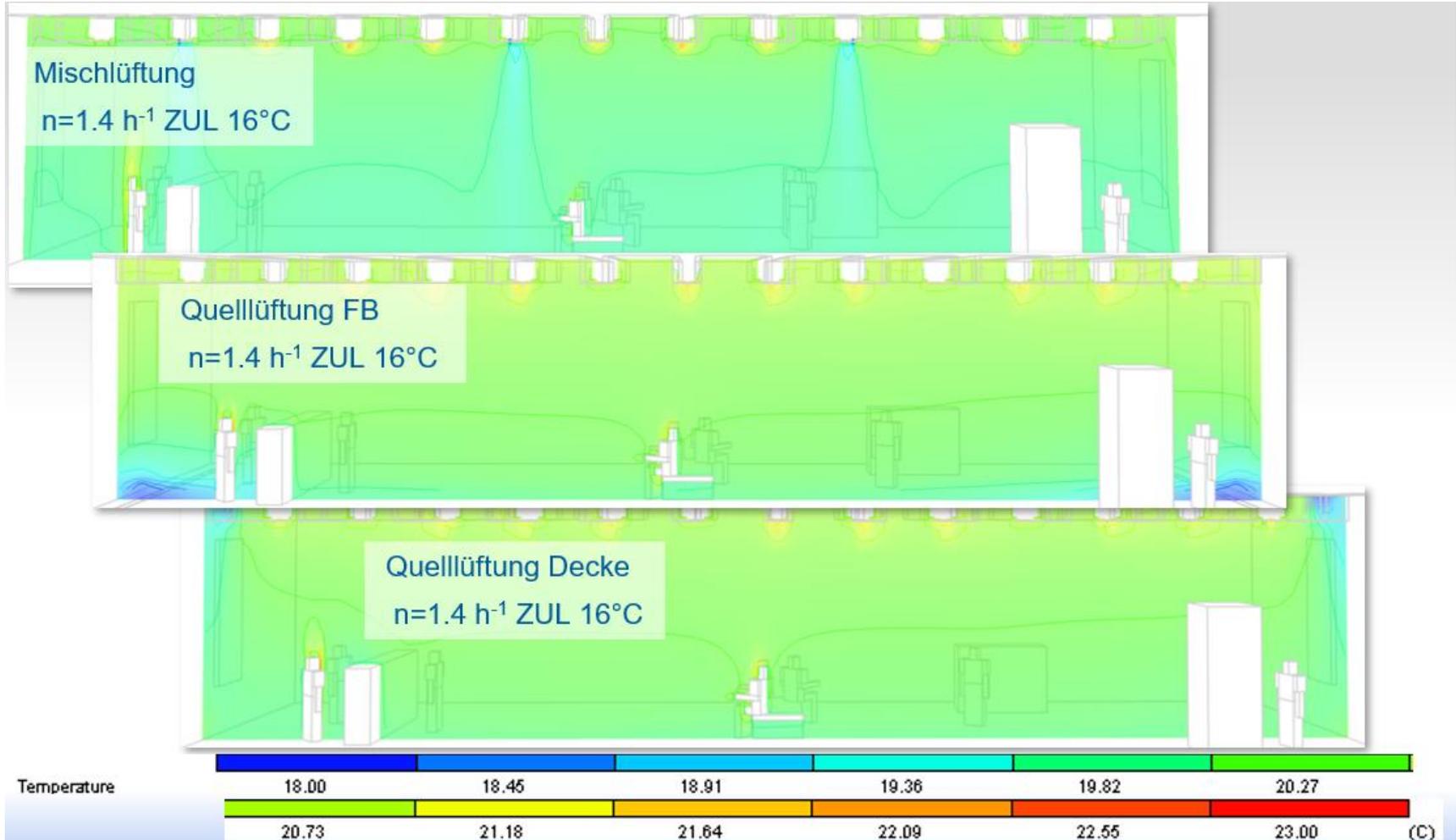


Quelle: Prof. Heike Hanada mit Prof. Benedict Tonon, Berlin

Untersuchungen zu Luftgeschwindigkeiten



Untersuchungen zu Temperaturverhalten



1. Bestandsanalyse

2. Arbeitsmethoden

3. Praxisbeispiele

Planung/Realisierung:

12/2012 – 10/2016

TGA-Kosten:

1.960.000,00 € netto

Leistungsbild nach HOAI:

LPH 1 - 8

Bauherr:

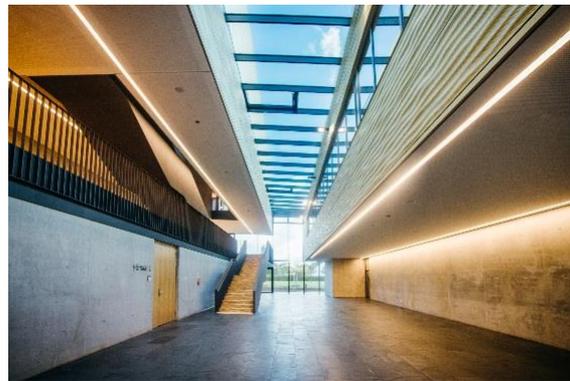
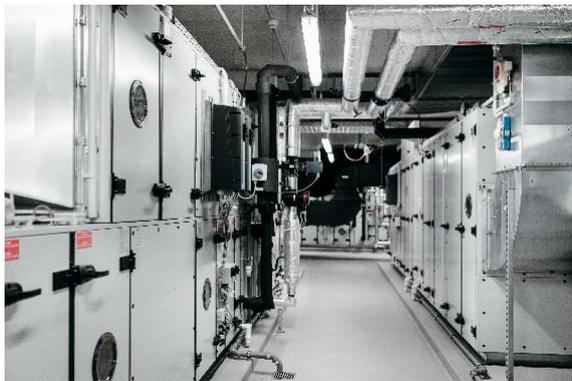
Freistaat Thüringen
Landesamt für Bau und Verkehr
Europaplatz 3
99091 Erfurt

Architekt:

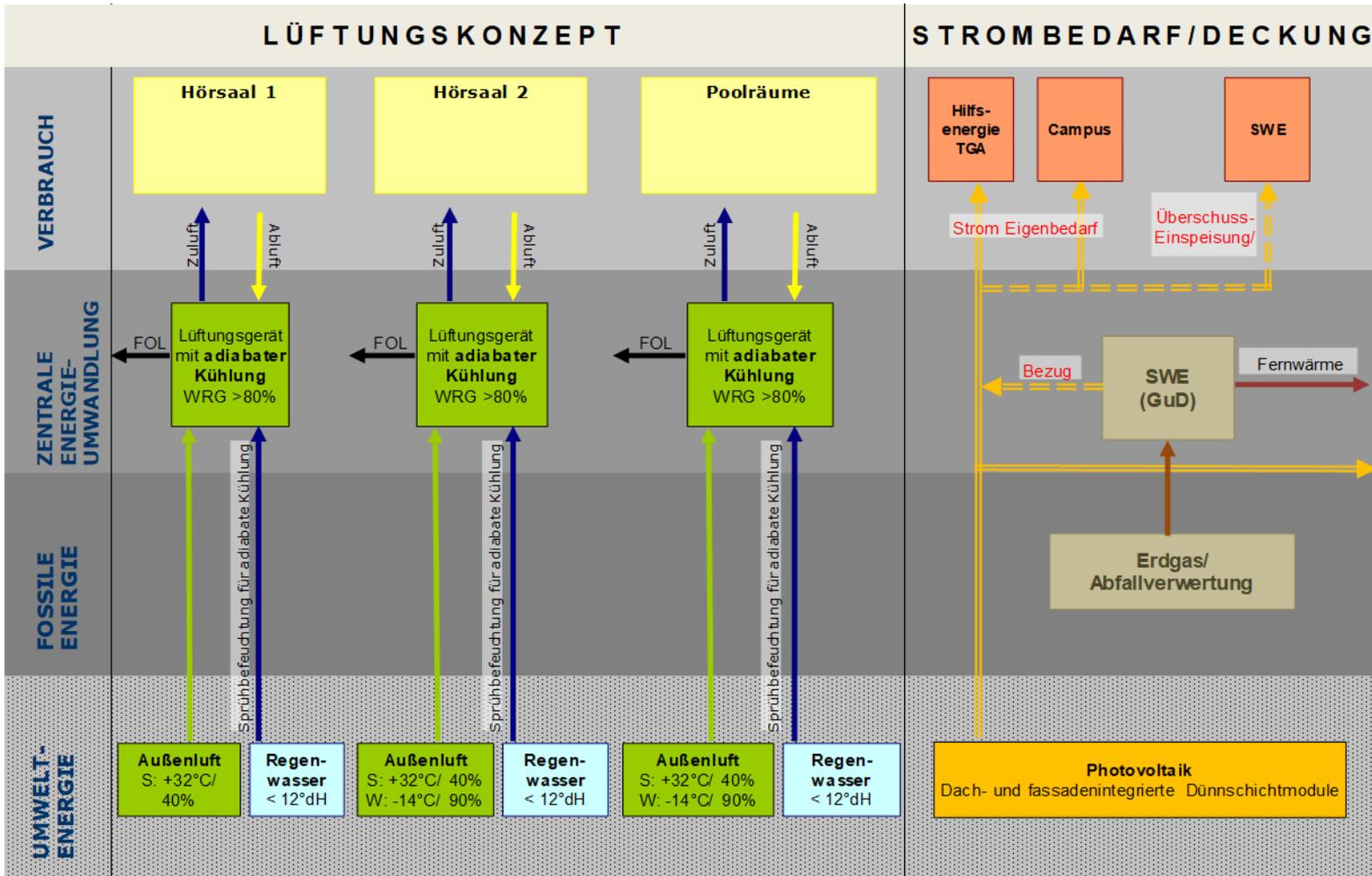
Nickl & Partner Architekten AG, Berlin

**HKL - Preisträger des Thüringer
EnergieEffizienzpreis 2016**

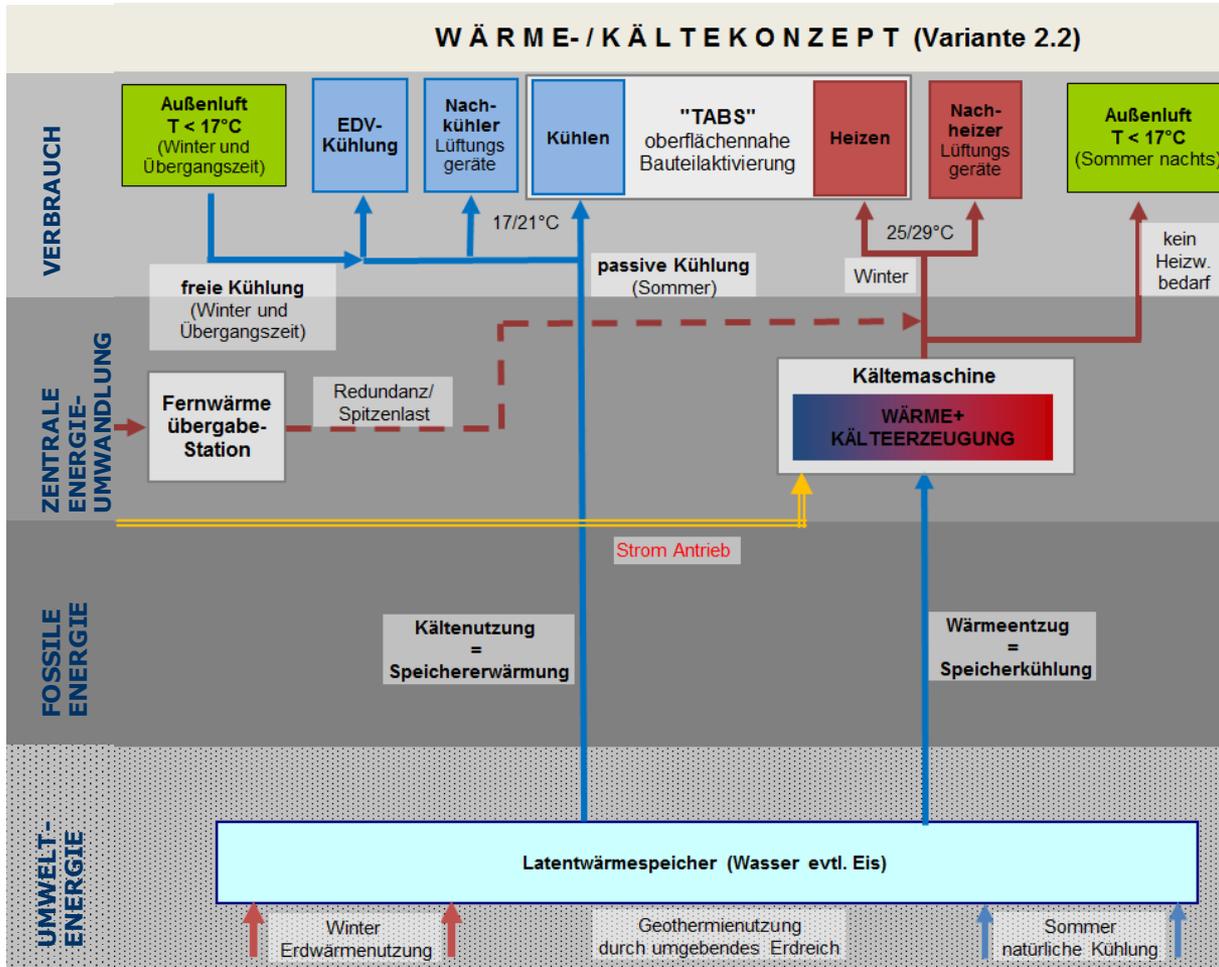




Energiekonzept



Energiekonzept



Beheizung

Wärmepumpe

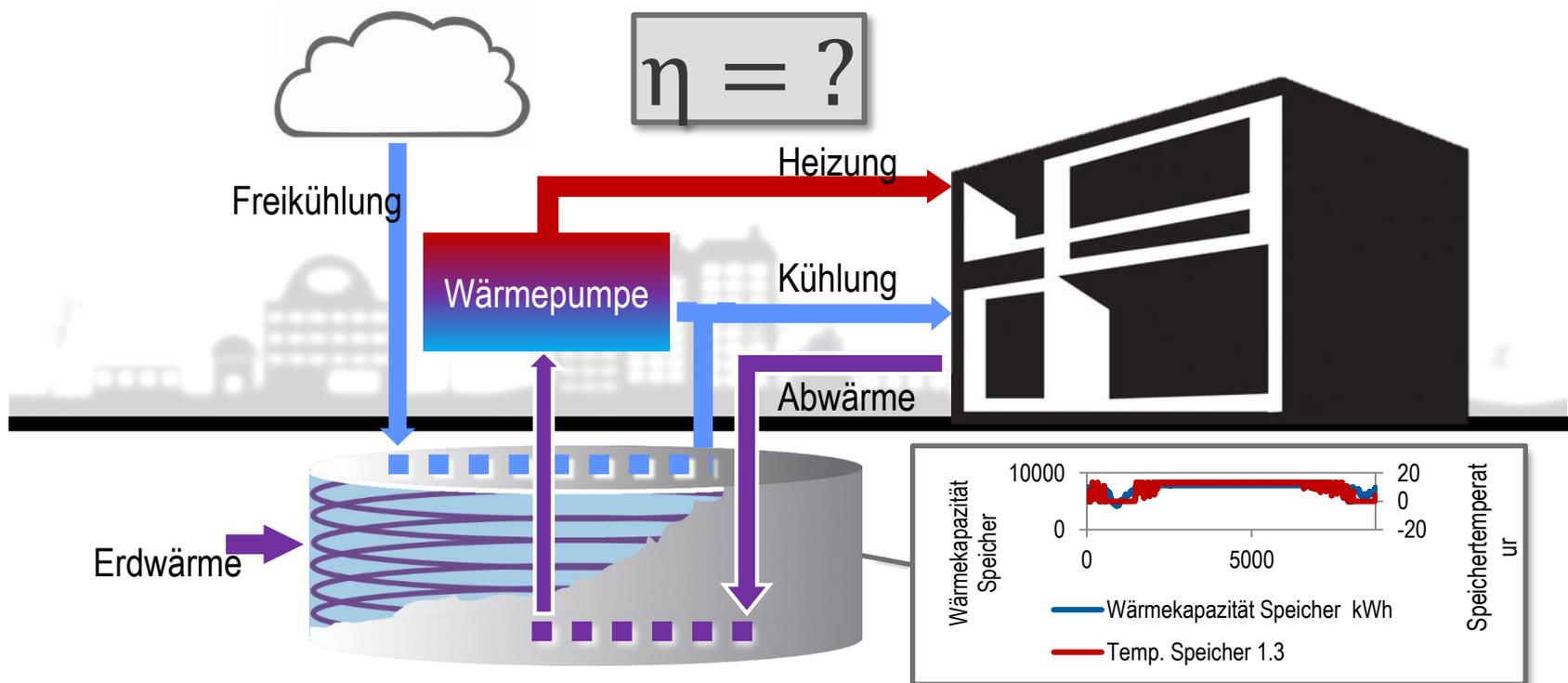
Umweltquelle:

- Latent-Speicher
- Wärmeentzug (evtl. Vereisung)
- Abkühlung unter Erdoberflächentemperatur
- Erwärmung des Speichers durch umgebendes Erdreich

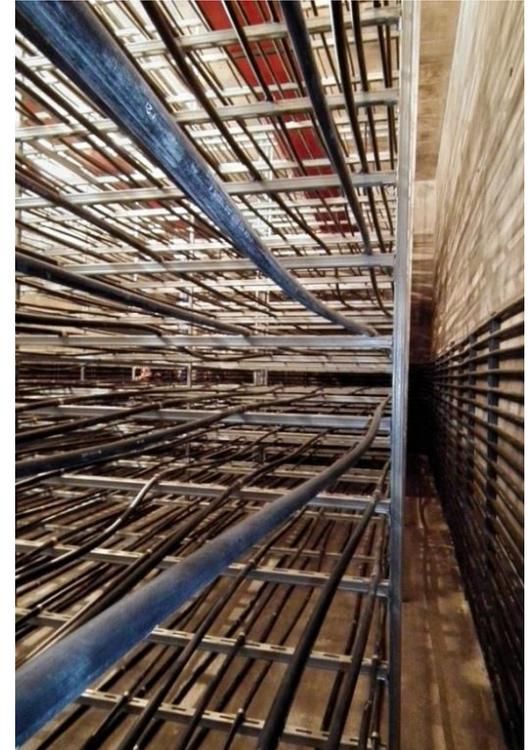
Kühlung

- passiv mit kaltem Wasser, dadurch Erwärmung des Wassers
- natürliche Abkühlung durch umgebendes Erdreich
- Mechanische Kühlung nachts
- evtl. passive Kühlung mit vereistem Speicher (Abschmelzen)

Nutzung des Speichers zur Abwärmenutzung und Maximierung des Freikühlanteils sowie zur Optimierung des Wärmepumpen- und Kältemaschinenbetriebs



Latentwärmespeicher



GENEHMIGUNGSFREI !!!

Planung:
2011 – 2012

TGA-Kosten KG 400 :
2.572.176 € netto

Leistungsbild nach HOAI:
LPH 1 – 4

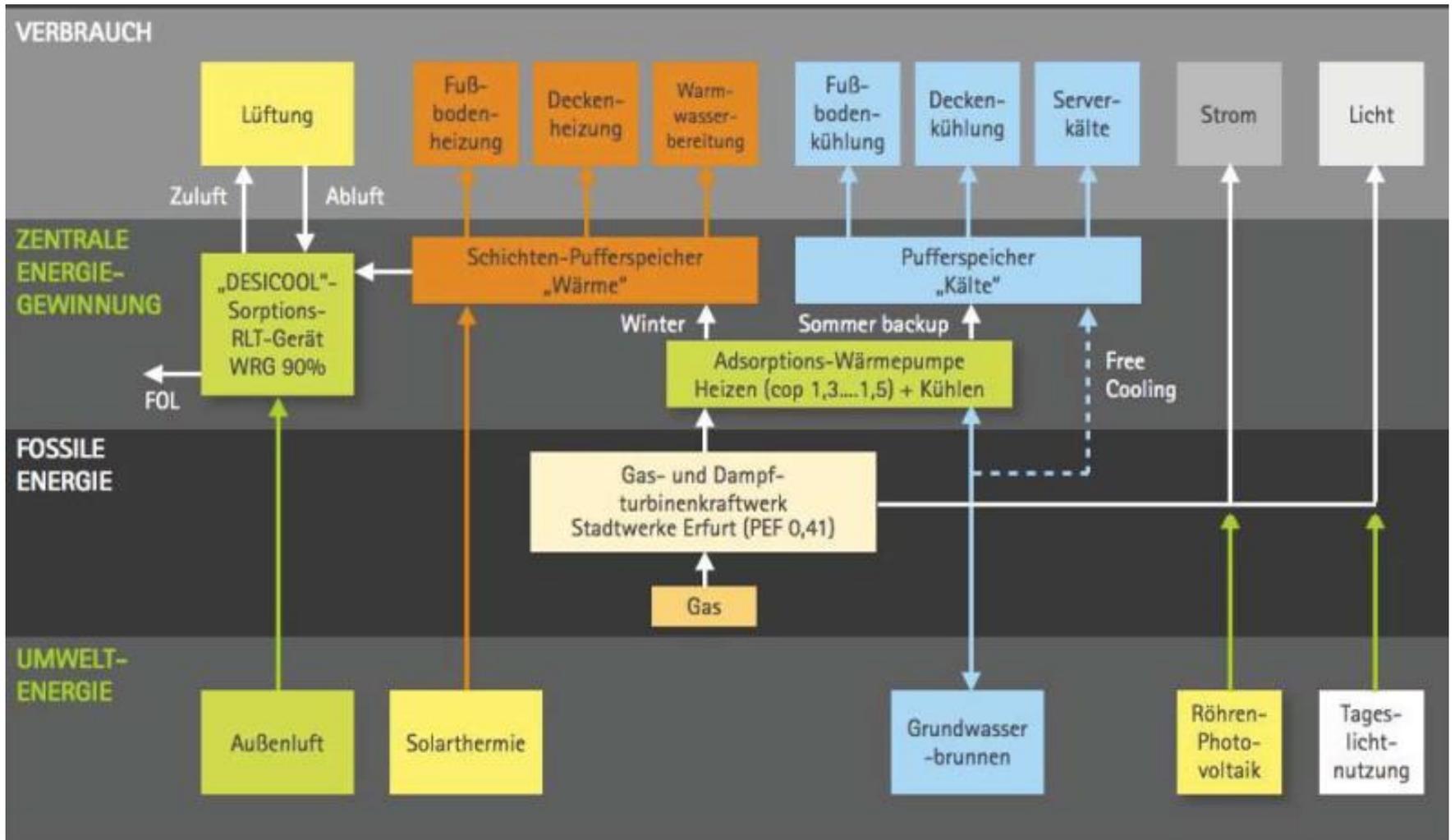
Bauherr:
LEG Thüringen

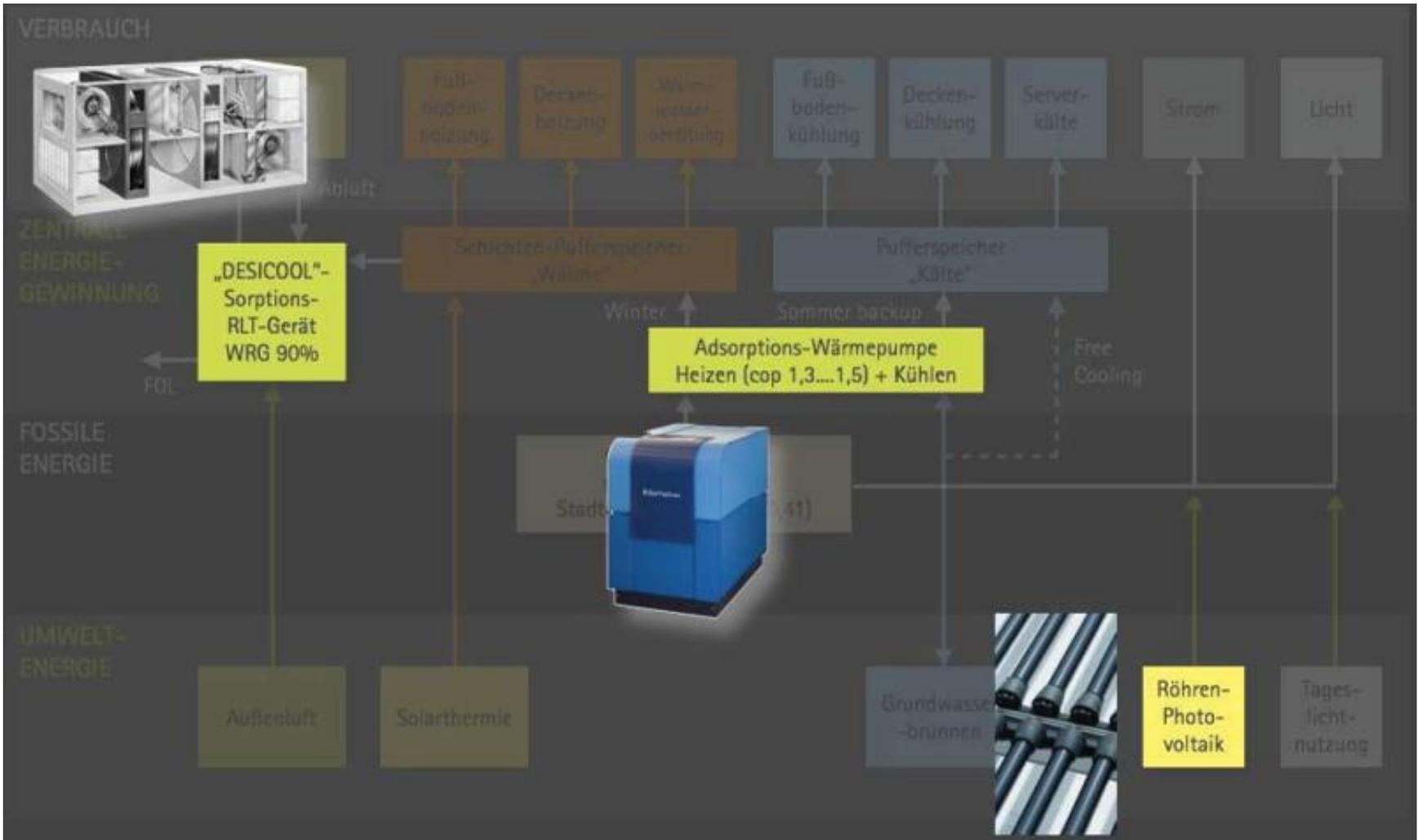
Architekt:
hks HESTERMANN ROMMEL
Architekten + Gesamtplaner, Erfurt



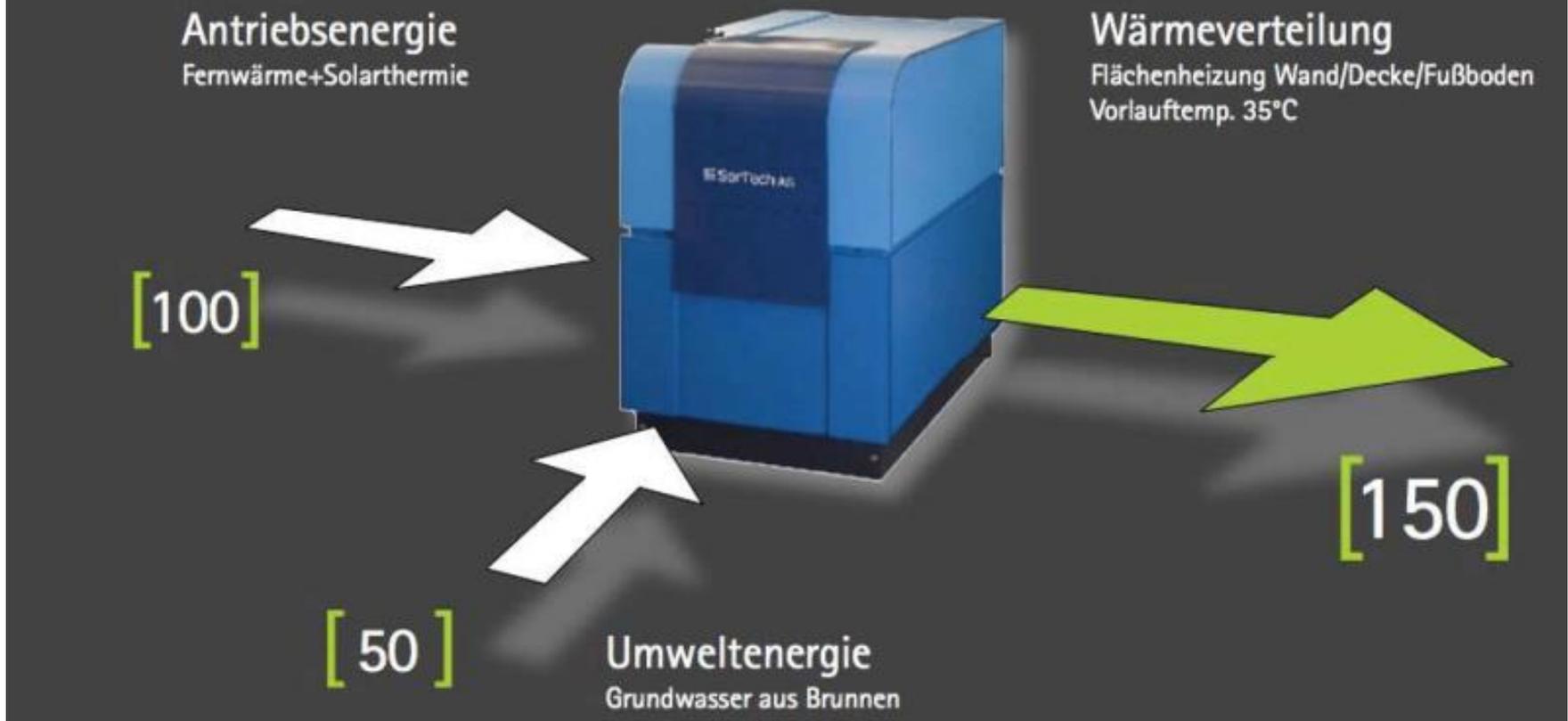
**Preisträger "Architektur und Energie",
ausgelobt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie**



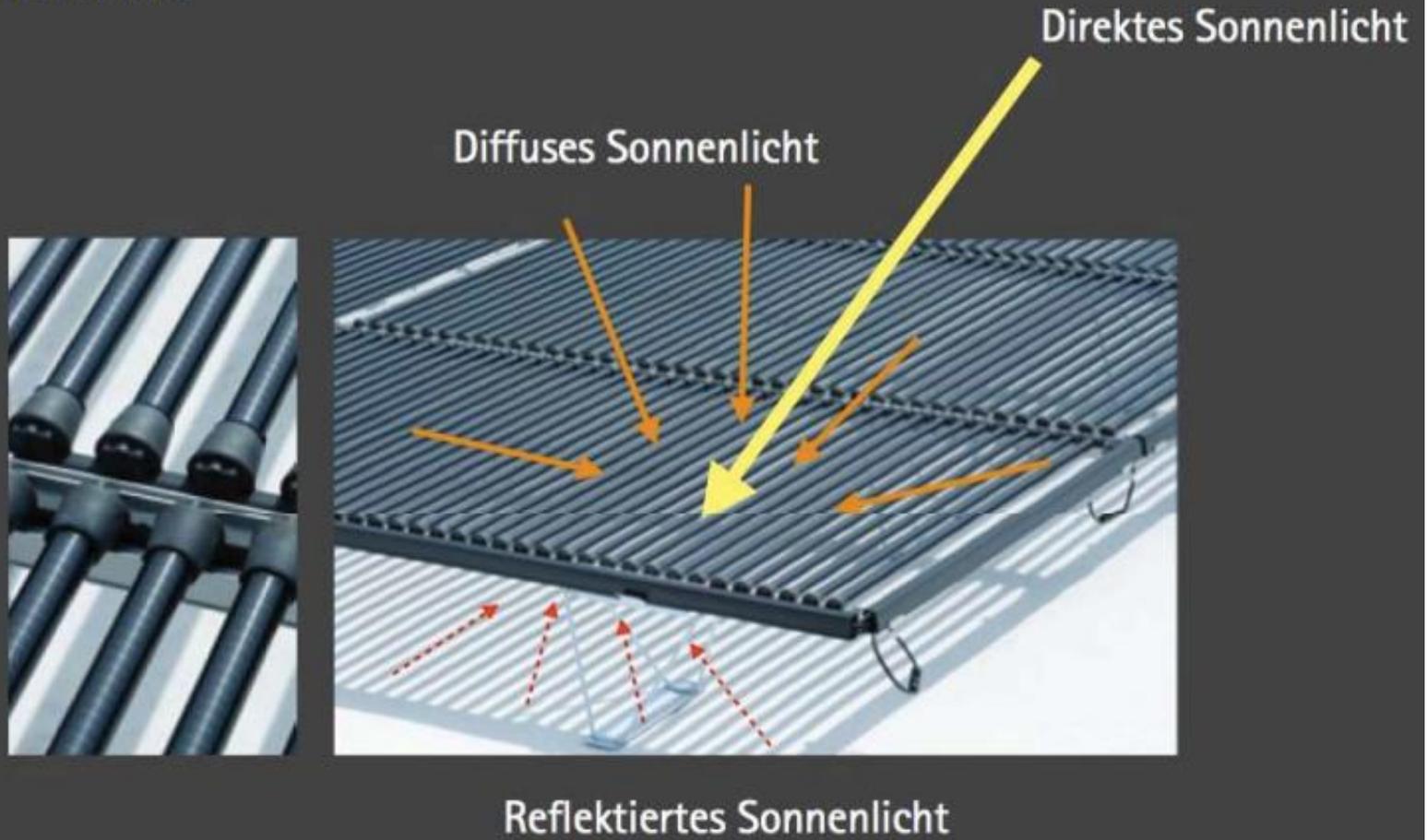




Adsorptions-Wärmepumpe Heizen (cop 1,3....1,5) + Kühlen



Röhren-Photovoltaik



„DESICCOOL“-Sorptions-RLT-Gerät WRG 90% (Prinzip: adiabate Kühlung)

Raumluftparameter für das Heizwerk

Winter: 20°C ±2K; 30%

Sommer: 24°C ±2K; 30-55%

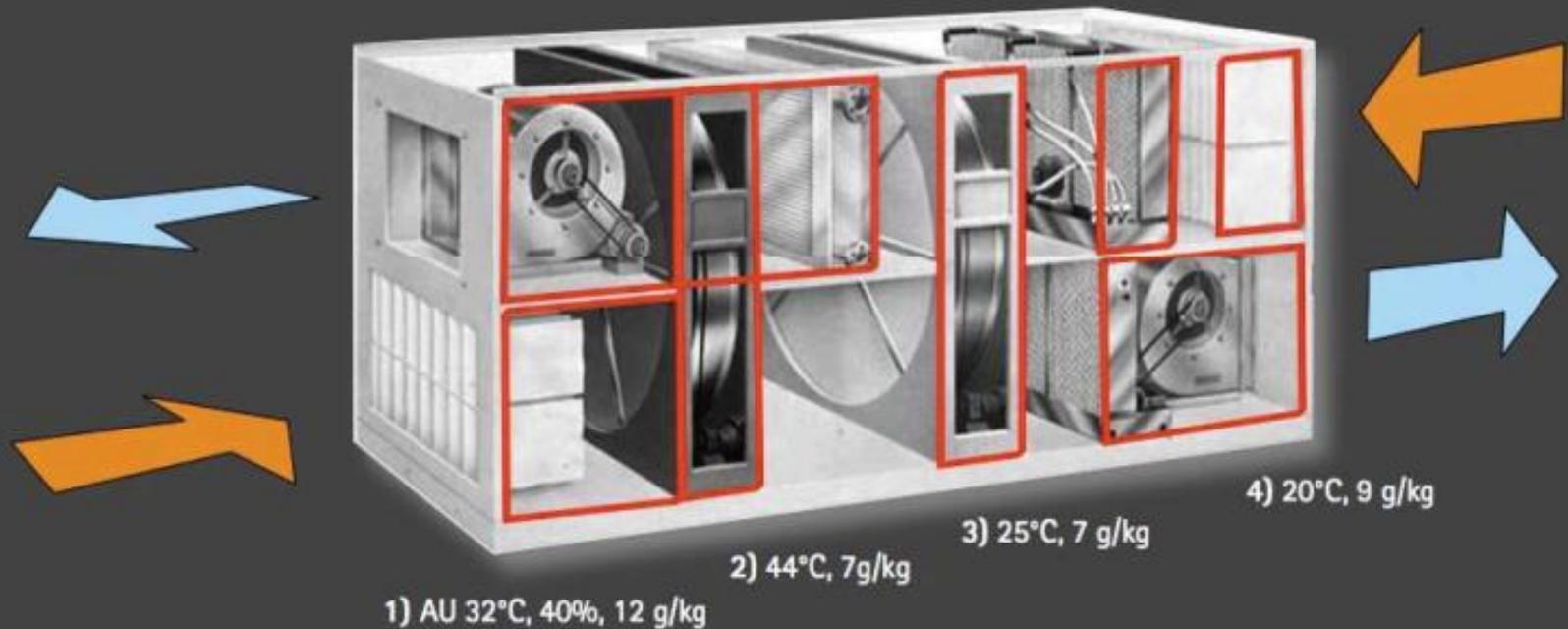
9) FO 39°C, 19 g/kg

8) 52°C, 14 g/kg

7) 40°C, 14g/kg

6) 21°C, 14 g/kg

5) AB 32°C, 9 g/kg



Planung/Realisierung:
2004

TGA-Kosten KG 400 1. BA:
680.000,00 € netto

Leistungsbild nach HOAI:
LPH 1 – 3, 5, 7, 8

Bauherr:
TWB Presswerk GmbH / Co. KG,
Hagen

Architekt:
Christian Meyer – Landrut,
Weimar

Fachplaner:
HKL Ingenieurgesellschaft mbH
Stotternheim
Erfurter Landstraße 9/10,
99095 Erfurt





Heizungs- und Kältetechnik

- Energiekonzeption unter Maßgabe der max. Energierückgewinnung aus der Produktion
- (Hydraulikpressen) für die Gebäudebeheizung
- 15.500 m² Industriefußbodenheizung in den Produktionshalle in Stahlfaser-Walzbeton-Bodenplatte
- 2,0 MW Kälteanlage zur Kühlung der Pressentechnik

Planung/Realisierung:

2008 - 2012

TGA-Kosten:

866.260,- € netto

Leistungsbild nach HOAI:

LPH 1 – 8

Anlagengruppen: 1,2,3,8 nach HOAI

BRI: 8.890 m³

BGF: 2.237 m²

NF: 1.844 m²

Bauherr:

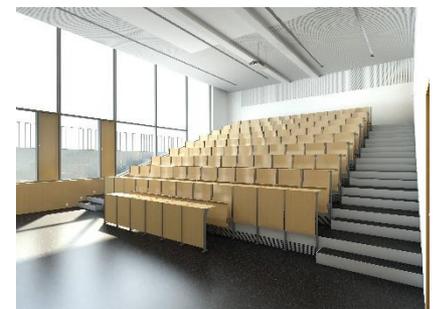
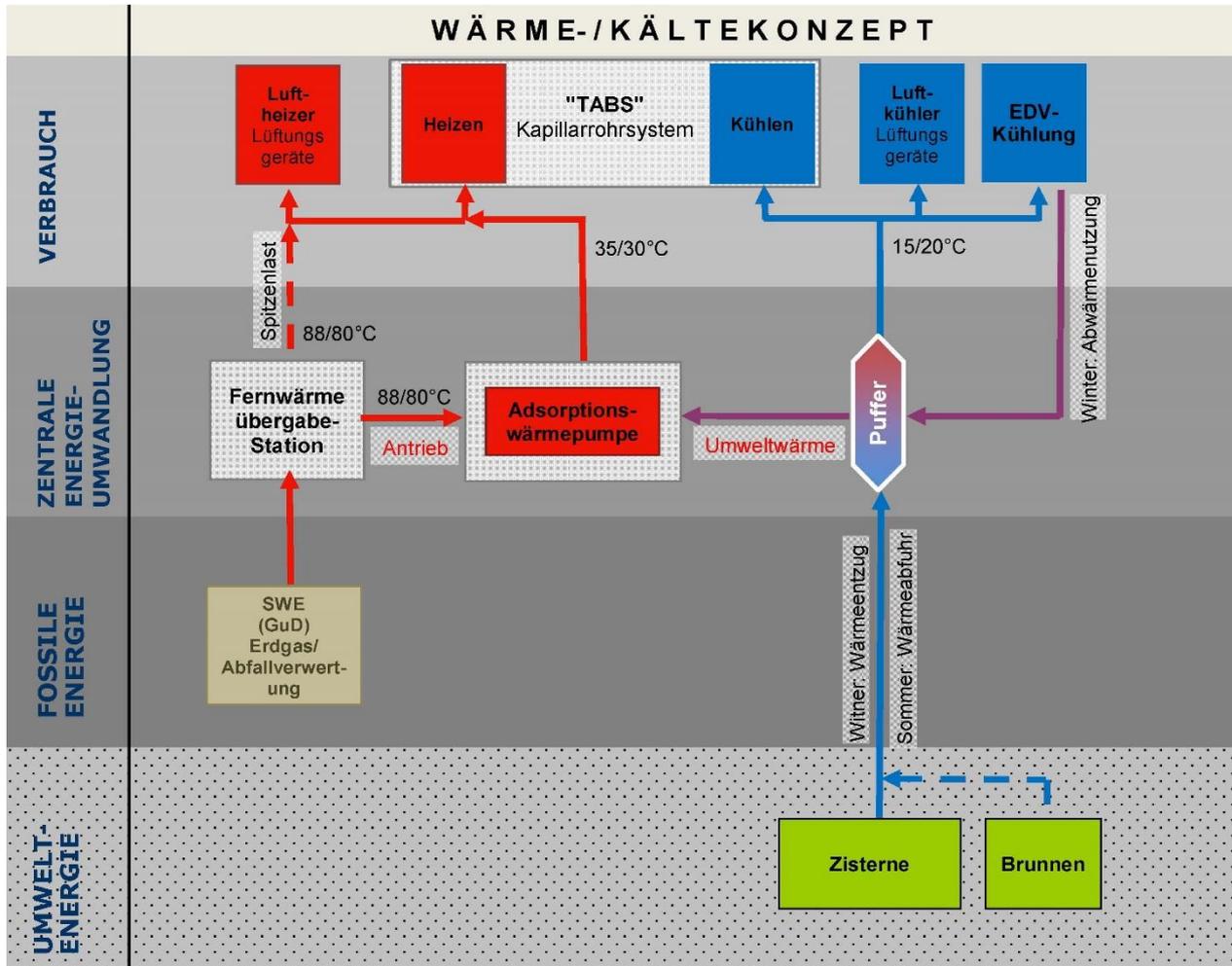
Freistaat Thüringen, vertr.d.d.
Thüringer Landesamt für Bau und
Verkehr, Erfurt

Architekt:

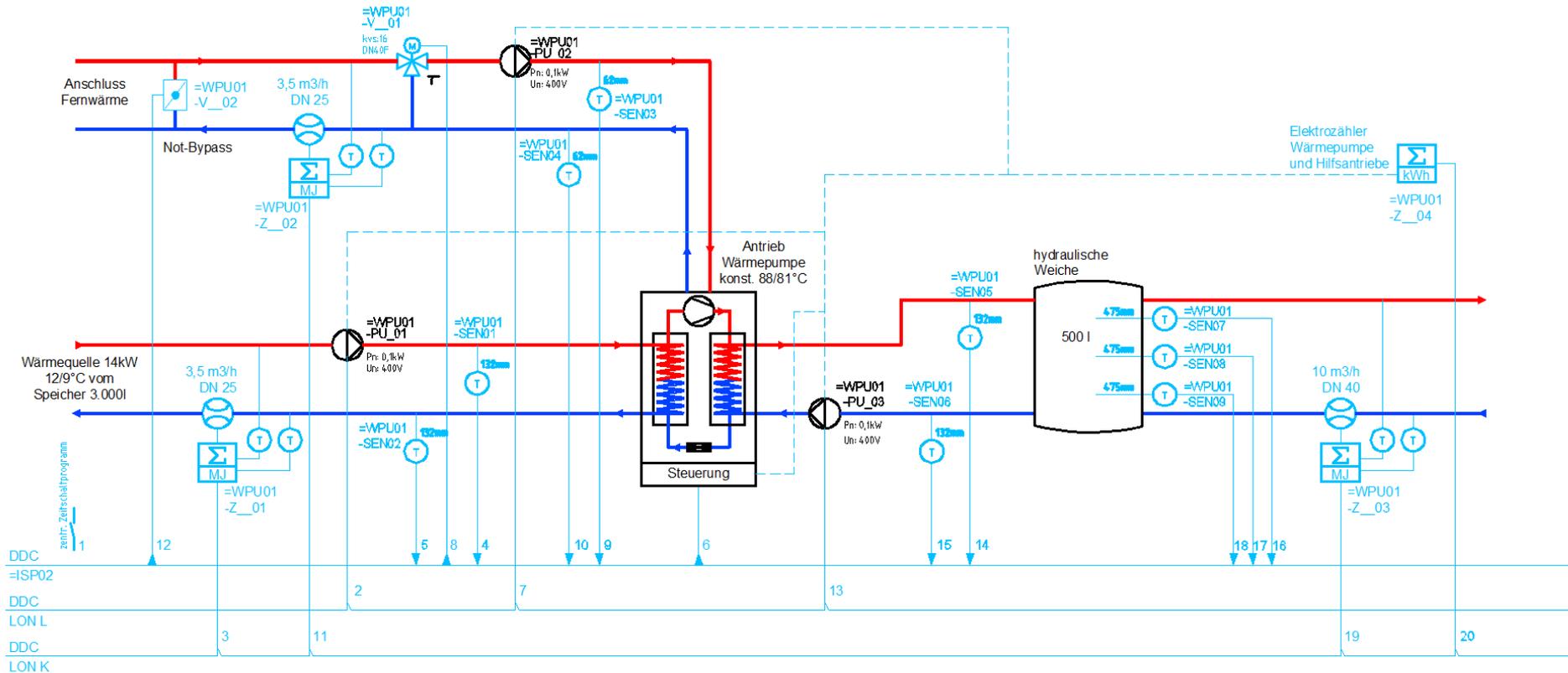
Gerber Architekten, Dortmund



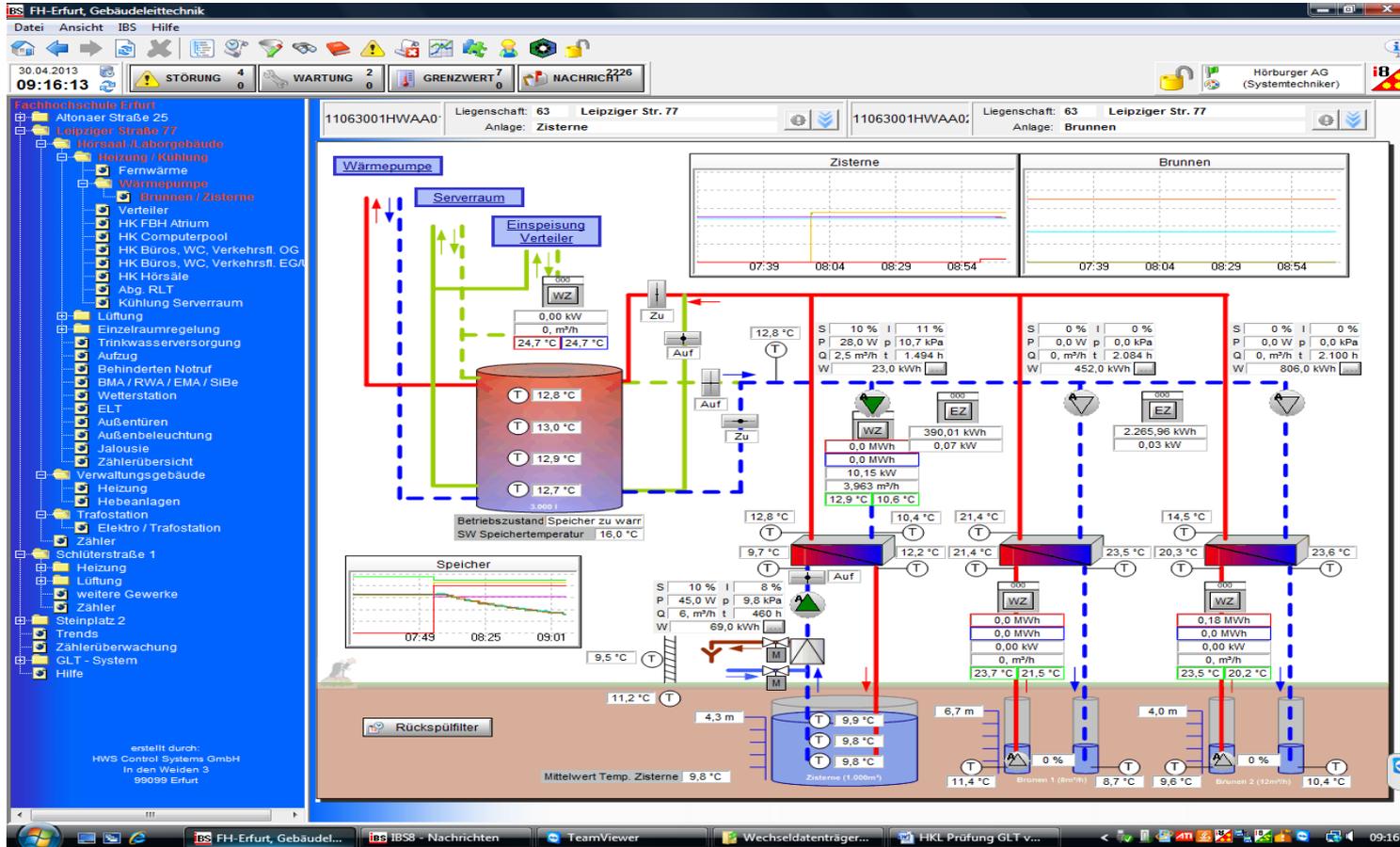
Thüringer Staatspreis 2013 - Anerkennung



Schwerpunkt: Gebäudeautomation / Monitoring



Schwerpunkt: Gebäudeautomation / Monitoring



Schwerpunkt: Gebäudeautomation / Monitoring

The screenshot displays a comprehensive building automation interface for a lecture hall (Raum 1.1.12 Planungslabor). The interface includes a left-hand navigation tree, a top status bar with system alerts, and a central 3D model of the room. Several control panels are overlaid on the model:

- Präsenzmelder:** A panel with three green status indicators.
- Beleuchtung:** A panel showing 'Bel. Raum 1.1.12' at 0% and 'Bel. Tafel 1.1.12' as 'Aus'.
- Sonnenschutz:** A panel showing 'Behang/Lamelle' at 0% Ab for three different window sections.
- Einzelraumregelung:** A panel with settings for 'Betriebsart' (Komfort), 'Freigabe Kühlung' (Ein), 'Solwert effektiv' (22,0 °C), 'Taupunkttemperatur' (5,5 °C), and 'Taupunkt' (Normal).
- Zeitschalten:** A panel with 'Bereitschaftsbetr.' and 'Woche' options.
- Übersteuerung:** A panel with dropdown menus for 'Fensterkontakt' (Auto), 'Präsenzmelder' (belegt), and 'Zählerübersicht' (Auto).
- Parameter:** A panel with input fields for 'Luftqualität' (750 ppm) and 'max. Feuchte' (80 % r.F.).

The 3D model shows a lecture hall with rows of orange chairs and a black chair at the front. A floor plan is visible at the bottom right, with room 1.1.12 highlighted in yellow. The interface also shows a left-hand tree with a hierarchical structure of building systems and a top status bar with various indicators like 'STÖRUNG 5', 'WARTUNG 19', 'GRENZWERT 7', and 'NACHRICHT 2228'.

Vielen Dank!

haustechnik. kompetenz. leidenschaft

HKL Ingenieurgesellschaft mbH
Erfurter Landstraße 9/10 • 99095 Erfurt

Tel 036204 - 616 0
Fax 036204 - 616 16
Mail info.hkl-ingenieure.de
Net www.hkl-ingenieure.de