

Wirtschaftlichkeitsberechnung eines Hochleistungs-WRG-Systems:

Vorkühlung mittels WRG-Anlage, Entfeuchtung mittels Kälteanlage, Rückkühlung

„Wer nichts investiert – hat die geringsten Investitionskosten und die kürzeste Amortisationszeit“

Der Kapitalgewinn oder „Return on Investment“ ist nur so gut wie die getätigte Investition selbst. Tatsache ist, dass es für jede Investition immer eine preiswertere Alternative gibt. Ob diese aber die erwartete Rendite auch tatsächlich bringt ist nicht immer garantiert.

Konvekta macht bei der Auslegung Ihrer Anlagen, der abgegebenen Garantien und der Leistungsdaten, keine Kompromisse. Gibt die Konvekta Garantien ab, so werden diese auch erreicht, sofern die dazu verwendeten Basisdaten im Projekt auch so umgesetzt werden. Dies unterstreichen wir mit unserer Zusatz-Software Auto-Reporting *Plus*, welche aufzeigt wie gut eine Anlage tatsächlich läuft.

Um eine genügende Genauigkeit der Resultate bei der Wirtschaftlichkeit zu erzielen, verwendet Konvekta das dynamische Gebäude-Simulationsprogramm DOE-2 als Grundlage der Optimierungs-Rechnung.

Die Software **sys▼kon** kombiniert die Resultate der Gebäude-Simulation mit den Dimensionierungs-Programmen der einzelnen Komponenten, wie WRG-System mit Pumpe und Ventilen, Kälteanlage inkl. Rückkühler, Wärme-Erzeugung inkl. Verteilung, etc.

Nachfolgendes Beispiel soll aufzeigen, wie die Wirtschaftlichkeit eines kompletten WRG-Systems mit Entfeuchtungsschaltung, Kälteanlage und Rückkühlung berechnet wird.

Gerne machen wir auch für Ihr Projekt eine Wirtschaftlichkeitsberechnung, als Entscheidungsgrundlage für Ihre Investition.

Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme!

Ihre Konvekta AG



KONVEKTA System-Optimierung

Betrachtung des gesamten Systems: Klimaanlage + Kälteanlage + Rückkühlung

Optimierung je nach Interessenlage des Kunden (GU oder Betreiber)
Minimale Investitionskosten der gesamten Anlage
oder
Optimale Betriebskosten / minimale Jahreskosten

Anlage : **anonymisiert**
Produktionhalle + Kopfbau

Ihr Zeichen : anonymisiert

Datum : August 2013

Referenz-Nummer : **anonymisiert**

Anforderungen / Lösungen

Anforderung	Lösungsvorschlag
Belüften	Volumenströme zweistufig
Kühlen mit Luft	Vorkühlung mit WRG, Aktive Kühlung mit Kältemaschine
Rückkühlanlage	konventionell
Kältespeicher	kein Speicher vorhanden



Energiemengen und wirtschaftliche Kennzahlen

	<u>mit WRG</u>	<u>ohne WRG</u>
<u>Erwärmung und Transportenergien</u>		
alle elektr. Energien 1.0-fach bewertet		
Erwärmung der AUL (kWh/a)	726 300	726 400
elektrischer Energiebedarf (kWh/a) <small>ZUL und ABL Ventilatoren ohne Monobloc, Pumpen und Hilfsantriebe</small>	66 320	68 560
Bruttogewinn WRG (sensibel) (kWh/a)	721 810	0
Bedarf el. Energie durch WRG (kWh/a) <small>Ventilatoren und Pumpen</small>	36 010	0
Jahres-Nutzungsgrad netto (%) <small>gemäss SWKI-Richtlinie 89-1</small>	94.4	0.0
Jährlicher Energiebedarf (kWh/a) <small>Wärme und elektrische Energie</small>	106 820	794 960
Jährliche Energiekosten (sFr/a) <small>Erwärmung / Transport</small>	15 619	53 868
Jährliche CO2-Einsparung (kg/a) <small>Wärmeerzeugung Erdöl-EL Low-NOx 74000 kgCO2/TJ Elektrizität CH-Strommix 6950 kgCO2/TJ</small>	191 389.2	0.0
<u>Kühlung der ZUL</u>		
alle elektr. Energien 1.0-fach bewertet		
Kältemaschine (kWh/a)	17 070	16 380
Rückkühler Vent. und Pumpen (kWh/a)	460	1 050
Ventilator und Pumpe für KW-LK (kWh/a)	7 640	7 500
Pumpen FOL-Bef. und WRG (kWh/a)	11	
Jährlicher Energiebedarf (kWh/a)	25 181	24 930
Jährliche Energiekosten (sFr/a) <small>Kühlung</small>	3 777	3 740
<u>Wirtschaftliche Kennzahlen</u>		
Invest.kosten WRG (Richtwerte) (sFr)	153 910	0
Einsparungen Kälte- / Wärmeerzeugung (Richtwerte) (sFr)	-70 740	0
Jährliche Kapitalkosten (sFr/a)	7 474	0
Jährliche Energiekosten (sFr/a)	19 396	57 608
Kosten für Wartung, Unterhalt, Betriebsüberwachung und -optimierung (sFr/a)	0	0
Interner Zinssatz WRG-Anlage (IRR) (%)	45.8	
<u>Jahreskosten der Anlage</u> (sFr/a)	26 870	57 610

Randbedingungen

Energiepreis Wärme	(sFr/kWh)	0.060
Energiepreis Elektrizität	(sFr/kWh)	0.150
Jährliche Energiepreissteigerung Wärme / Elektrizität	(%/a)	8.0 / 5.0
Kapital-Zinsfuss	(%)	4.0
Angenommene Lebensdauer der Lüftungs-/Klimaanlage	(Jahre)	15

Im Preis für die elektrische Energie sind die Kosten für Umwandlung und Transport bereits inbegriffen.

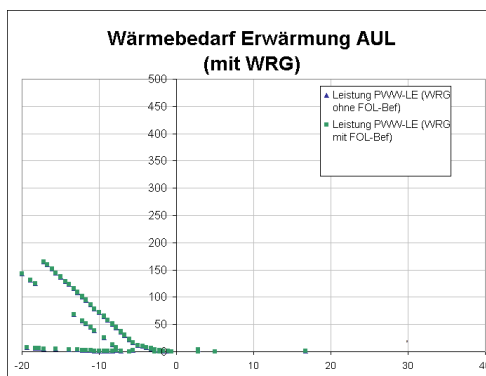
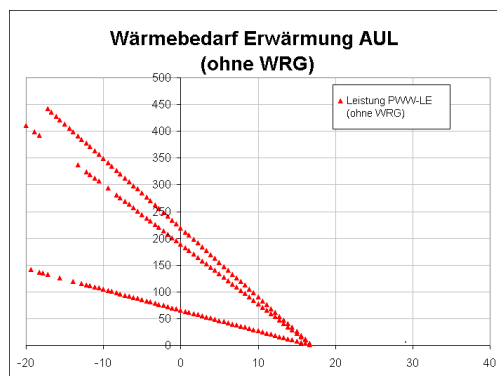
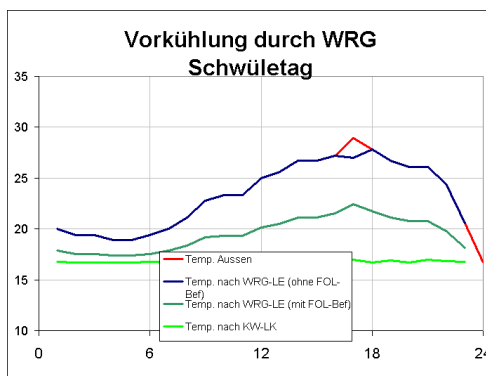
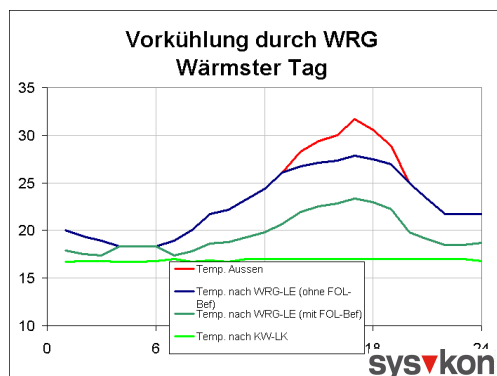
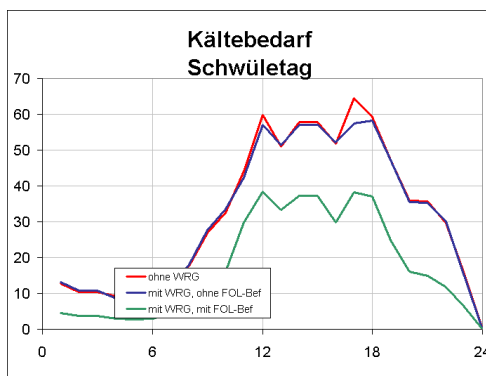
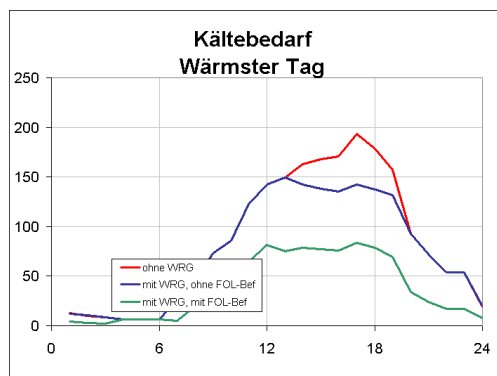
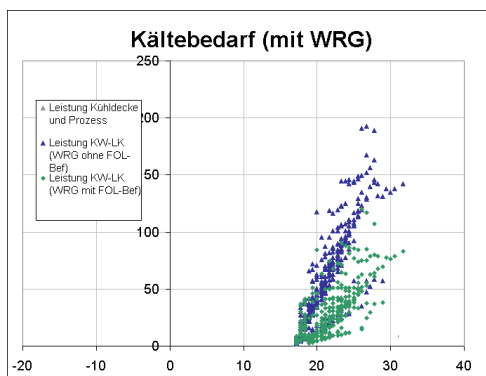
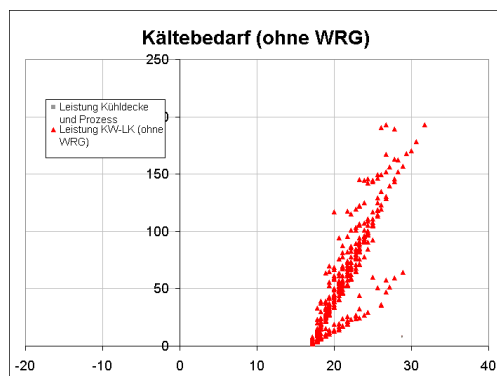
Dimensionierung der Lüftungstechnischen Anlage

		<u>mit WRG</u>	<u>ohne WRG</u>
<u>Lüftungstechnische Anlage</u>			
Nenn AUL-Volumenstrom	(m3/h)	40 450	40 450
Nenn FOL-Volumenstrom	(m3/h)	40 450	40 450
Druckverlust luftseitig ZUL-Anlage	(Pa)		
Druckverlust luftseitig FOL-Anlage	(Pa)		
<small>(Monobloc inkl. Wärmetauscher und Kanalnetz)</small>			
Minimaler AUL-Volumenstrom	(m3/h)	12 140	12 140
Minimaler FOL-Volumenstrom	(m3/h)	12 140	12 140
ZUL-Monobloc / Fabrikat :			
ABL-Monobloc / Fabrikat :			
Jahres-Nutzungsgrad netto der WRG <small>gemäss SWKI-Richtlinie 89-1</small>	(%)	94.4	0.0
<u>PWW-Lufterhitzer, Wärme-Erzeugung und -Verteilung</u>			
AUL-Volumenstrom	(m3/h)	40 450	40 450
Vorwärmung der AUL durch die WRG von -11.0 °C auf	(°C)	6.8	-11.0
Einfriergrenze WRG	(°C)	-6.2	0.0
<u>Kälteanlage</u>			
Luft Eintrittszustand	(°C/%r.F.)	32.0 / 40	32.0 / 40
Vorkühlung durch WRG	(°C/%r.F.)	28.0 / 50	
Kühlung mit KM	(°C/%r.F.)	17.0 / 92	17.0 / 92
Maximale Verdampfer-Leistung	(kW)	170.2	223.7
Maximale el. Leistung der KM	(kW)	54.5	71.7
Leistungsziffer KM	(-)	3.1	3.1
Kaltwassertemp. Luftkühler	(°C/°C)	8.8 / 14.8	8.8 / 14.8
Temp. Rückkühlerkreislauf	(°C/°C)	44.0 / 37.5	44.0 / 38.0
<small>30 Gewichtsprozent Äthylenglykol</small>			
<u>Betriebszeiten WRG-Anlage</u>			
Betriebsart Heizen	(h/a)	7 642	
Betriebsart Kühlen/Entfeuchten	(h/a)	8	

Zusammenstellung Leistungen und Energiebedarf Aussenluft

Leistungen für Erwärmung und Kühlung der Aussenluft	Energiebedarf für Erwärmung und Kühlung der Aussenluft																																
<p>Erwärmung der Aussenluft: Gesamter Bedarf (kW) 363 Deckung mit WRG (kW) 277</p> <p>Kühlung der Aussenluft: Gesamter Bedarf (kW) 224 Deckung mit WRG: ohne FOL-Befeuchtung (kW) 53 mit FOL-Befeuchtung (kW) 113</p>	<p>Erwärmung der Aussenluft: Gesamter Bedarf (kWh) 726'300 Deckung mit WRG (kWh) 721'810</p> <p>Kühlung der Aussenluft: Gesamter Bedarf (kWh) 44'187 Deckung mit WRG: ohne FOL-Befeuchtung (kWh) 231 mit FOL-Befeuchtung (kWh) 23'571</p>																																
<p>Leistungsbedarf Aussenluft</p> <table border="1"> <caption>Leistungsbedarf Aussenluft (kW)</caption> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>mit WRG (kW)</th> <th>Fremdbedarf (kW)</th> <th>Gesamt (kW)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Erwärmung</td> <td>277</td> <td>86</td> <td>363</td> </tr> <tr> <td>Kühlung (WRG ohne FOL-Bef)</td> <td>53</td> <td>171</td> <td>224</td> </tr> <tr> <td>Kühlung (WRG mit FOL-Bef)</td> <td>113</td> <td>111</td> <td>224</td> </tr> </tbody> </table>	Kategorie	mit WRG (kW)	Fremdbedarf (kW)	Gesamt (kW)	Erwärmung	277	86	363	Kühlung (WRG ohne FOL-Bef)	53	171	224	Kühlung (WRG mit FOL-Bef)	113	111	224	<p>Energiebedarf Aussenluft</p> <table border="1"> <caption>Energiebedarf Aussenluft (kWh)</caption> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>mit WRG (kWh)</th> <th>Fremdbedarf (kWh)</th> <th>Gesamt (kWh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Erwärmung</td> <td>721'810</td> <td>450</td> <td>726'300</td> </tr> <tr> <td>Kühlung (WRG ohne FOL-Bef)</td> <td>231</td> <td>43'956</td> <td>44'187</td> </tr> <tr> <td>Kühlung (WRG mit FOL-Bef)</td> <td>23'571</td> <td>20'616</td> <td>44'187</td> </tr> </tbody> </table>	Kategorie	mit WRG (kWh)	Fremdbedarf (kWh)	Gesamt (kWh)	Erwärmung	721'810	450	726'300	Kühlung (WRG ohne FOL-Bef)	231	43'956	44'187	Kühlung (WRG mit FOL-Bef)	23'571	20'616	44'187
Kategorie	mit WRG (kW)	Fremdbedarf (kW)	Gesamt (kW)																														
Erwärmung	277	86	363																														
Kühlung (WRG ohne FOL-Bef)	53	171	224																														
Kühlung (WRG mit FOL-Bef)	113	111	224																														
Kategorie	mit WRG (kWh)	Fremdbedarf (kWh)	Gesamt (kWh)																														
Erwärmung	721'810	450	726'300																														
Kühlung (WRG ohne FOL-Bef)	231	43'956	44'187																														
Kühlung (WRG mit FOL-Bef)	23'571	20'616	44'187																														
<p>Investitionskosten: Durch den Einsatz einer WRG können bei der Wärme- wie bei der Kälteerzeugung grosse Einsparungen an Investitionskosten gemacht werden, welche die Kosten der WRG oft zu einem grossen Teil aufwiegen.</p>	<p>Betriebskosten: Mit der WRG werden massive Einsparungen an Betriebskosten sowohl bei der Wärme- wie bei der Kälteenergie möglich.</p>																																

Maximaler Bedarf (Sommer und Winter, Einfluss der WRG)



Dimensionierung Kälteanlage

Dimensionierung Kältemaschine

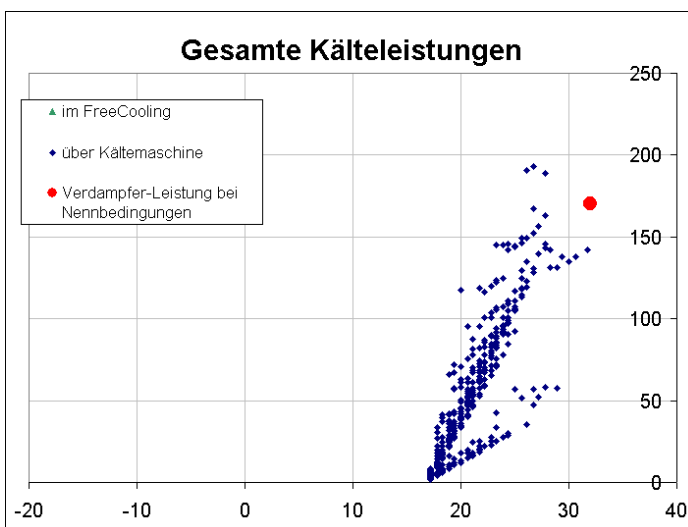
Planungsfabrikat/Typ 2 x Carrier 30SZ036

Nennbedingungen

Luftzustand AUL (°C/%rF)	32/40
Max. Verdampferleistung (kW)	170
Verdampfungstemperatur (°C)	4.8
Verflüssigungstemperatur (°C)	48.0
Leistungsziffer (-)	3.1
Einsatzgrenze (°C)	17.2

Teillastverhalten

T _{AUL}	Leist.	T _{Verd}	T _{Verfl}	Leist.ziffer
28.0	157.	4.8	55.5	2.9
24.0	97.	4.8	53.6	3.1
20.0	41.	4.8	35.5	2.3



Dimensionierung Rückkühler

System Trockene Rückkühlung

Planungsfabrikat/Typ 1 x Güntner GFH 082A/2x4-N(D)

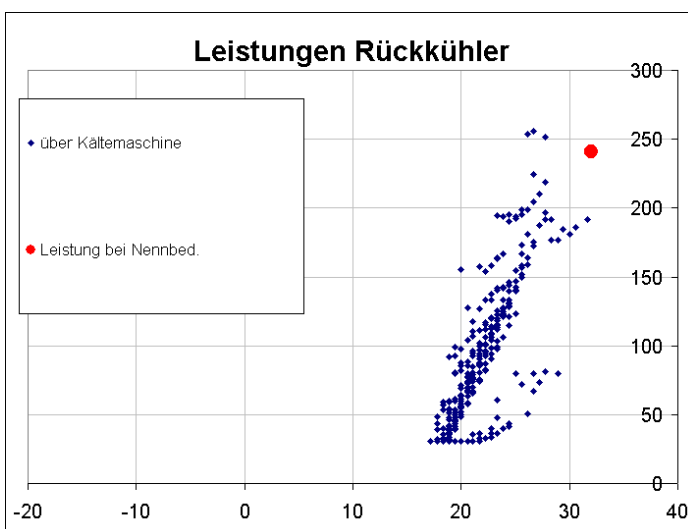
Betrieb mit Kältemaschine

Nennbedingungen

Luftzustand AUL (°C/%rF)	32/40
Luftzustand RK _{ein} (°C/%rF)	32/40
Max. Leistung (kW)	241
Luft-Volumenstrom total (m ³ /h)	145'600
Wasser/Glykol-Temp. _{ein/aus} (°C)	44.0/ 37.5
Umwälzmenge (lt/h)	33'880
Anzahl Betriebsstunden	1'118
Anzahl Betriebsstunden	0

Teillastverhalten

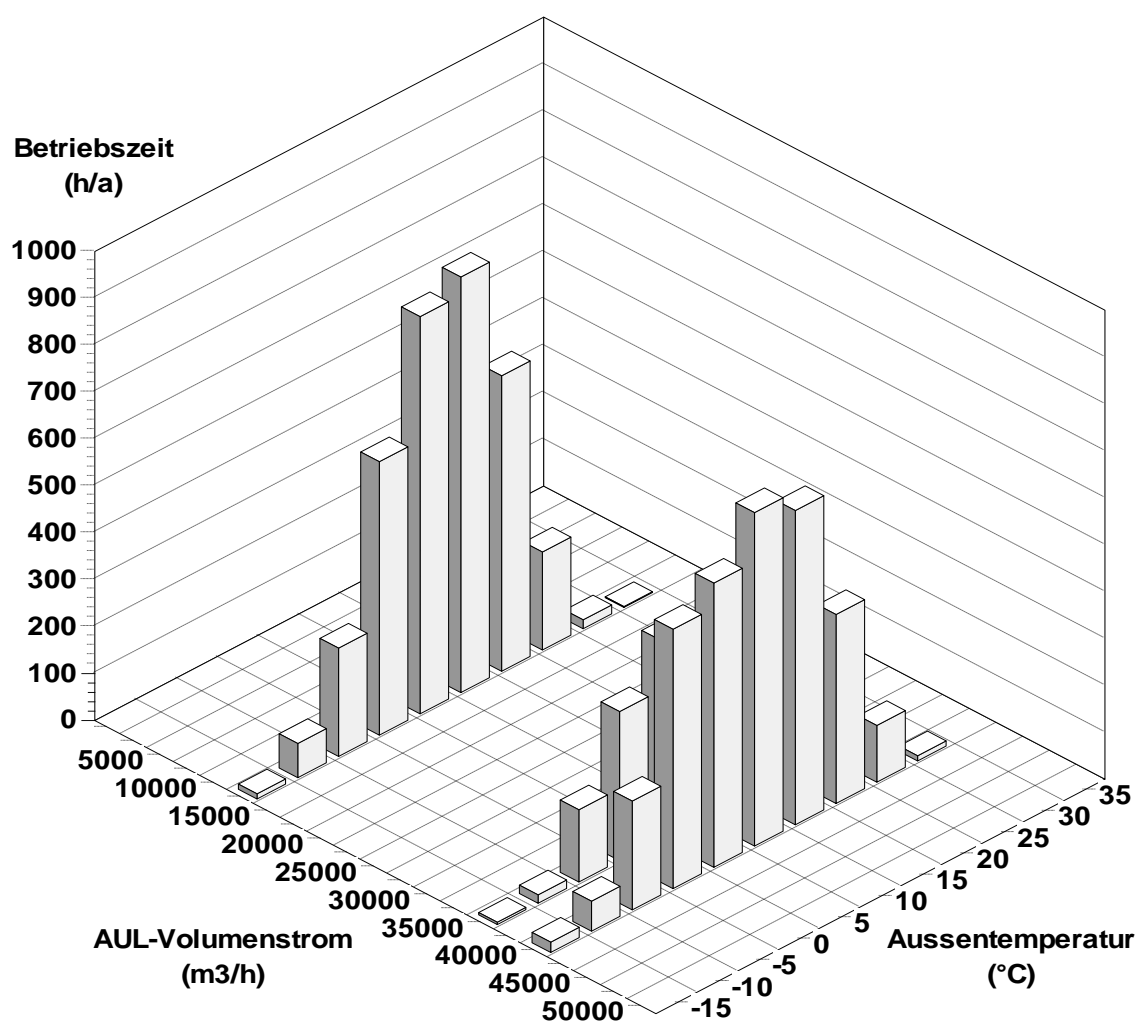
T _{AUL}	T/rF _{RK ein}	Leist.	T W/Gl _{ein/aus}
28.0	28.0/47	211.	51.5/45.9
24.0	24.0/55	129.	49.7/46.2
20.0	20.0/65	59.	31.7/30.1



(Nennbedingungen durch Planer veränderbar)

Diagramm Betriebszeiten

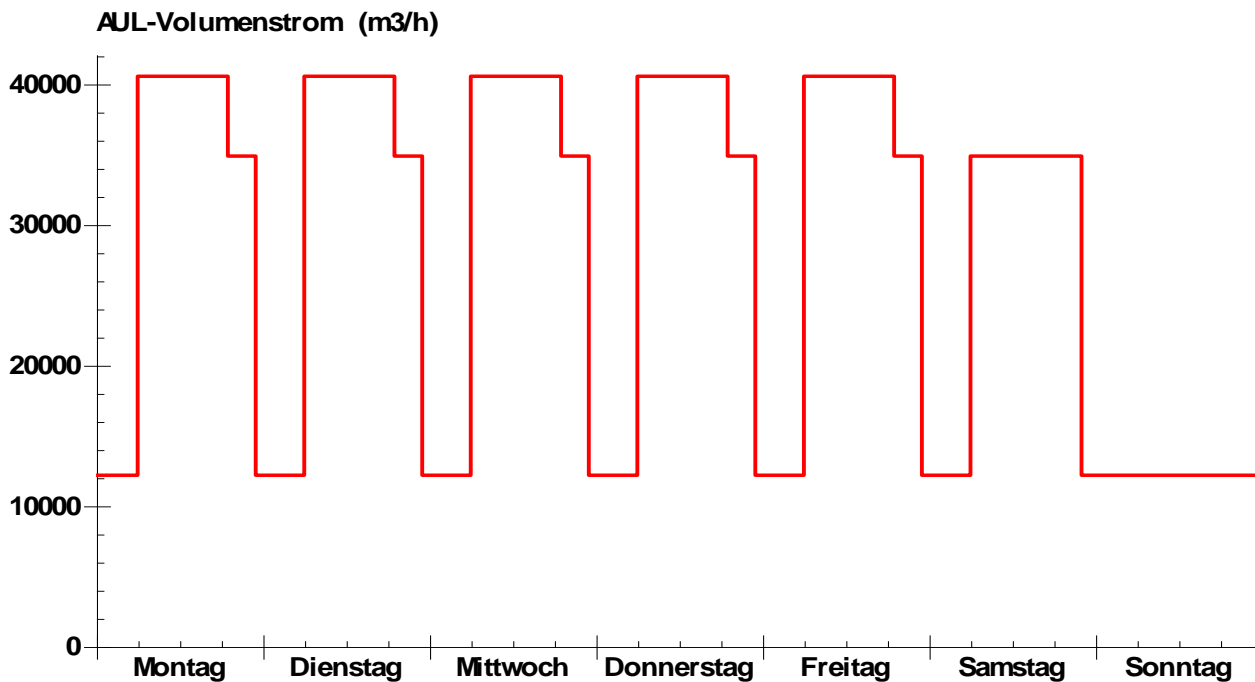
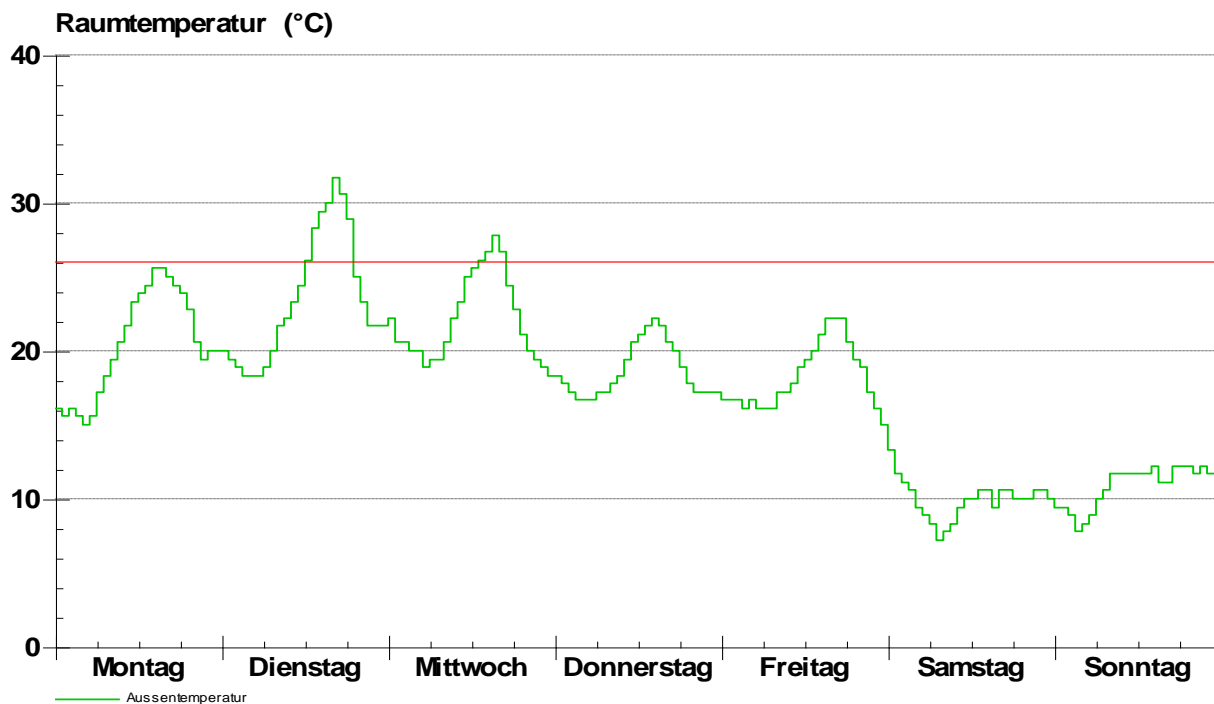
Betriebszeiten und AUL-Volumenströme in Abhängigkeit der Aussentemperatur



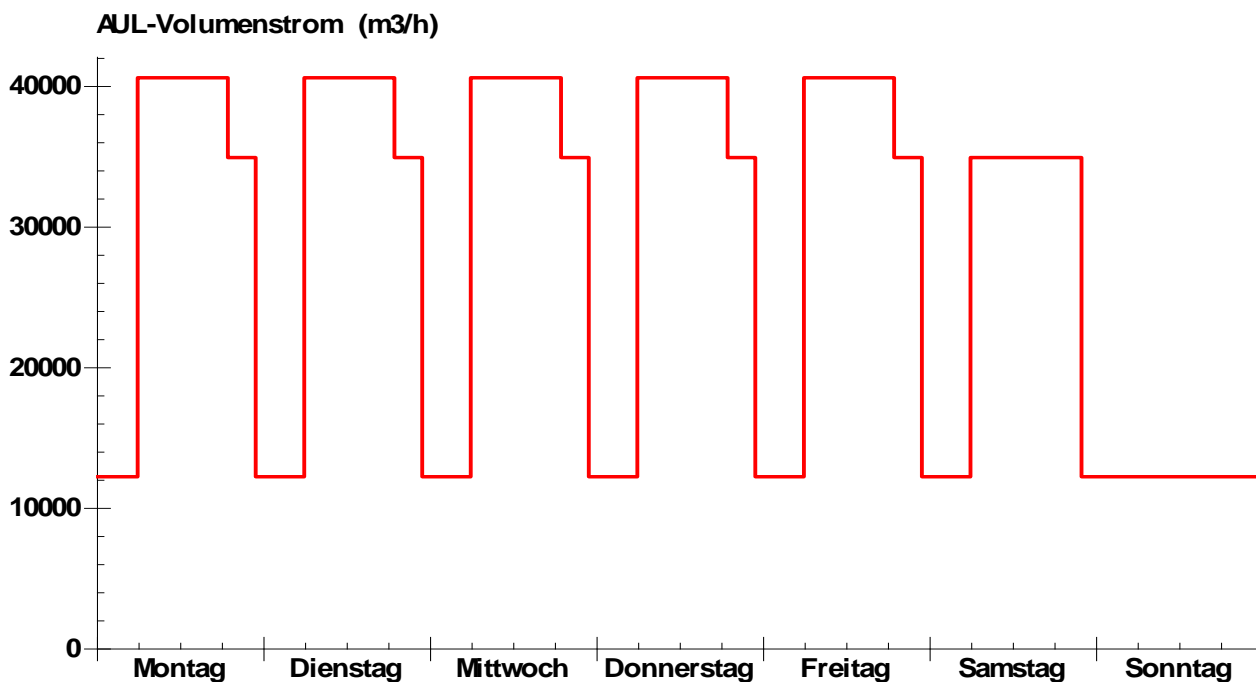
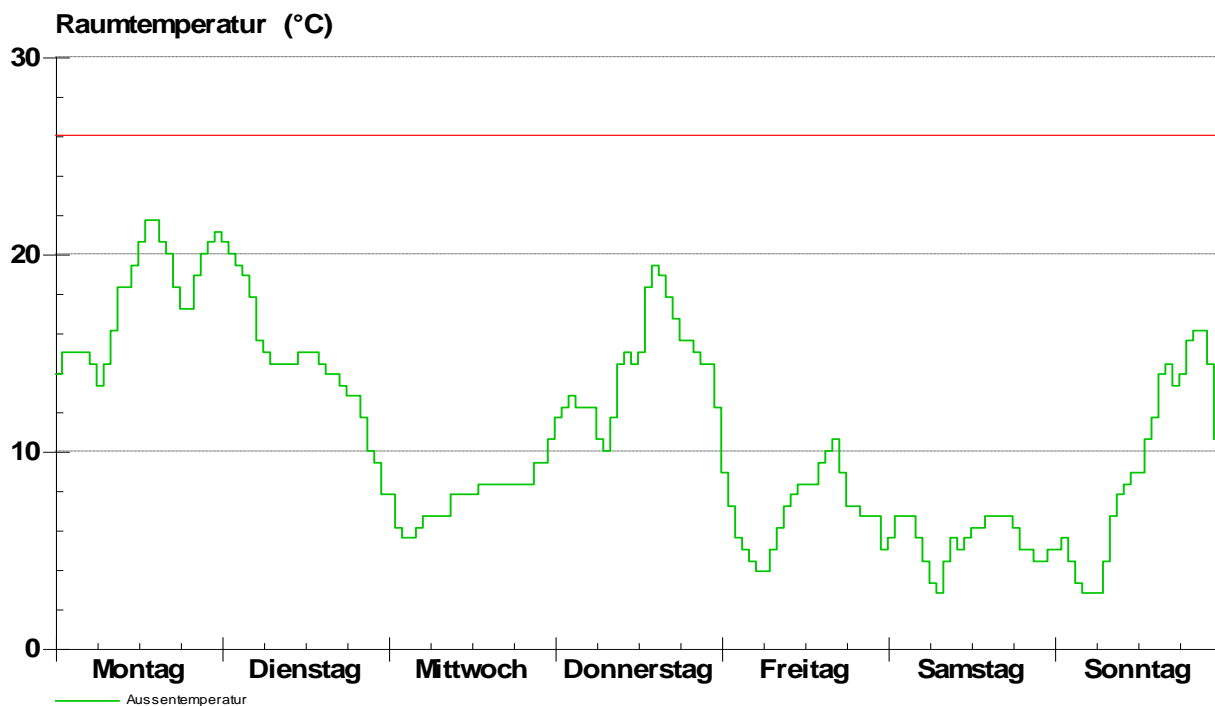
Raumtemperaturen und Volumenströme

Raum 1:

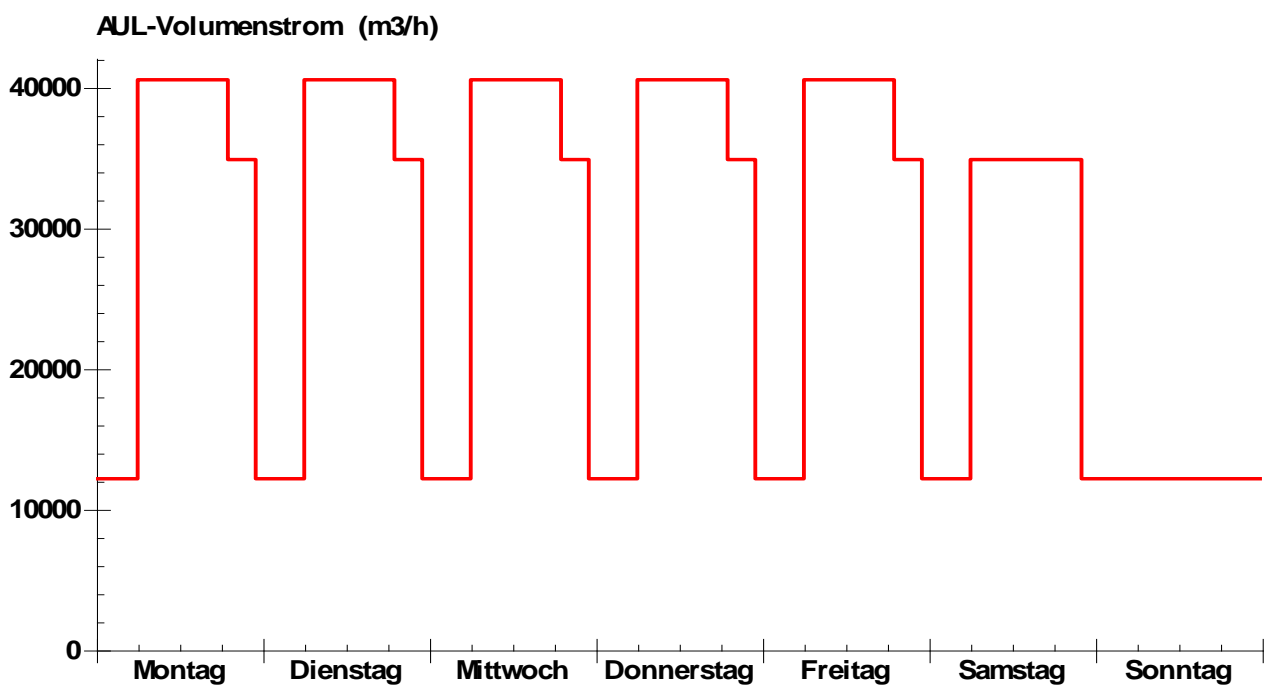
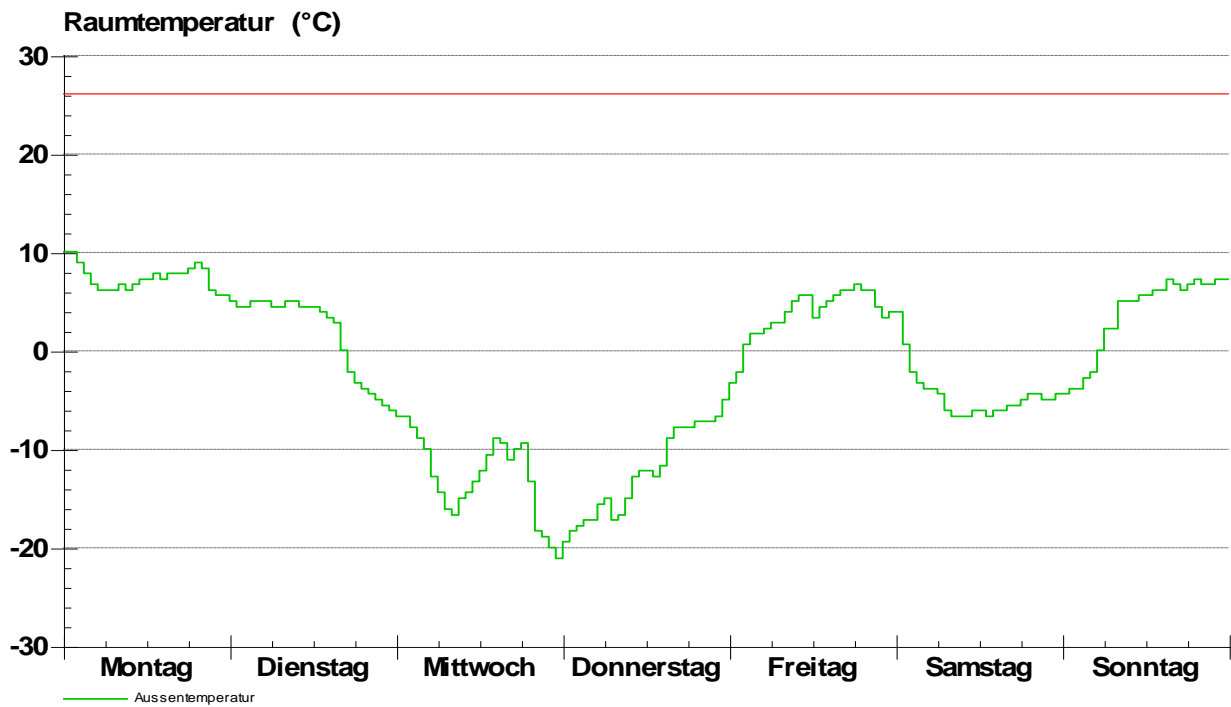
Temperaturen und AUL-Volumenstrom Sommer Raum 1 :



Temperaturen und AUL-Volumenstrom Übergangszeit Raum 1 :



Temperaturen und AUL-Volumenstrom Winter Raum 1 :



Grundlagen der **sys▼kon** Berechnung: Daten für Raum 1:

Geometrie / Luftaufbereitung

Anzahl Räume x Raumbreite / -tiefe / -höhe	(m)	1 x 1.0 / 1.0 / 1.0
Regulierung Luftvolumenstrom		in Stufen nach Schaltuhr
Maximaler Luft-Volumenstrom	(m ³ /h)	40'450
Minimale Raum-Einblasttemperatur	(°C)	17.0
Regulierung Raumtemperatur im Winter	Absenkung der Zulufttemperatur danach Absenkung der Grundlastheizung	

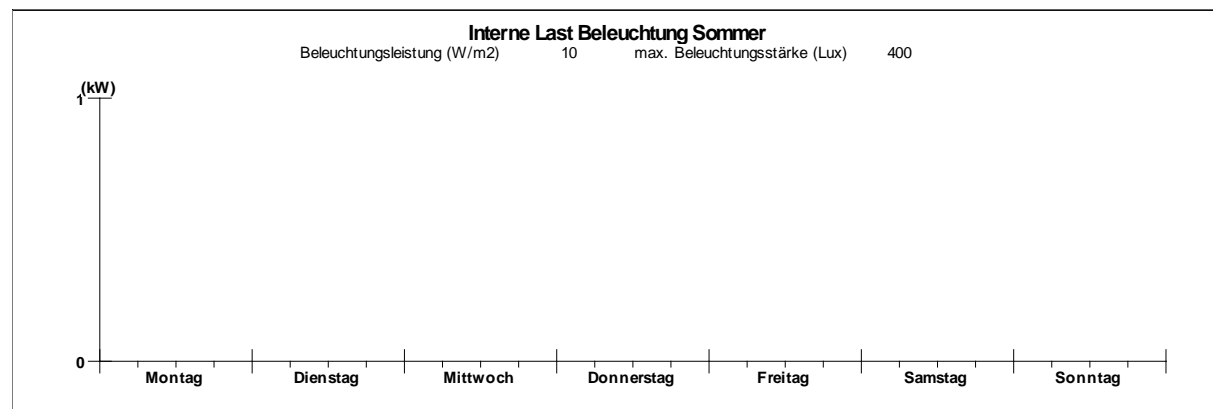
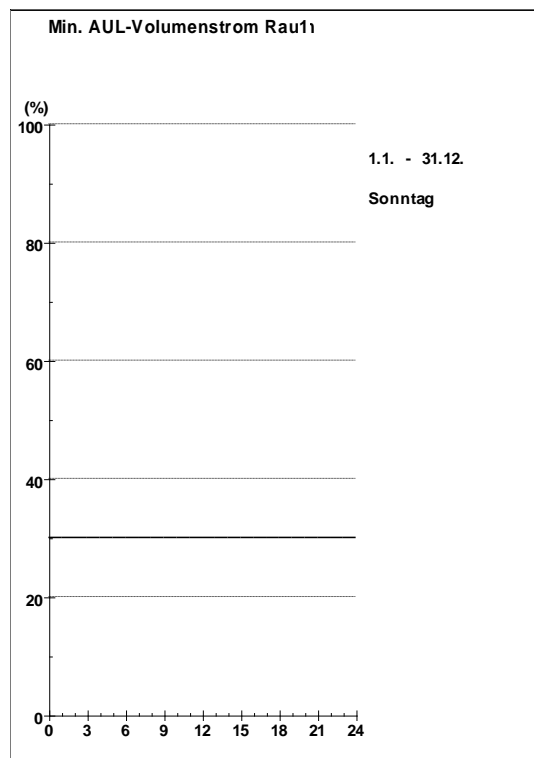
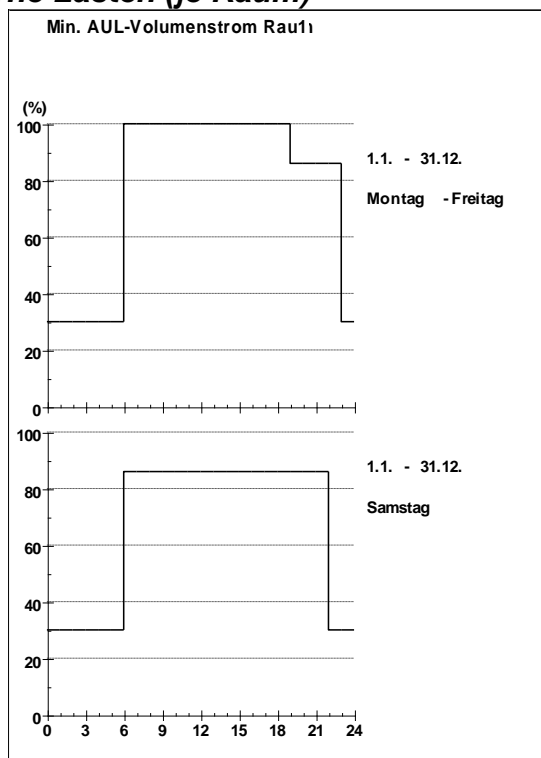
Externe Lasten

Anlagestandort (DRY-Meteodaten)

ST.GALLEN

Fenster

Interne Lasten (je Raum)



Resultate WRG-Optimierung System-Variante 1 Grundlage: Gebäudesimulation DOE-2

- mit WRG
- gesteuert nach Schaltuhr
- ohne Zuluft-Befeuchtung
- mit Kühlung
- ohne Zuluft-Entfeuchtung
- ohne FOL-Rückkühler
- Anlagen mehrstufig
- ohne Nachtauskühlung
- ohne Umluft
- WRG im Sommer ohne FOL-Befeuchtung
- ohne Kälte-Speicher

