

Wärmerückgewinnung in Industrie und Gewerbe



Robert Uetz, c/o Amstein+Walthert AG
Forum Energie Zürich
Fachgruppe Energieperformance

6. Oktober 2008, 17 45 bis 19 45 Uhr

Agenda

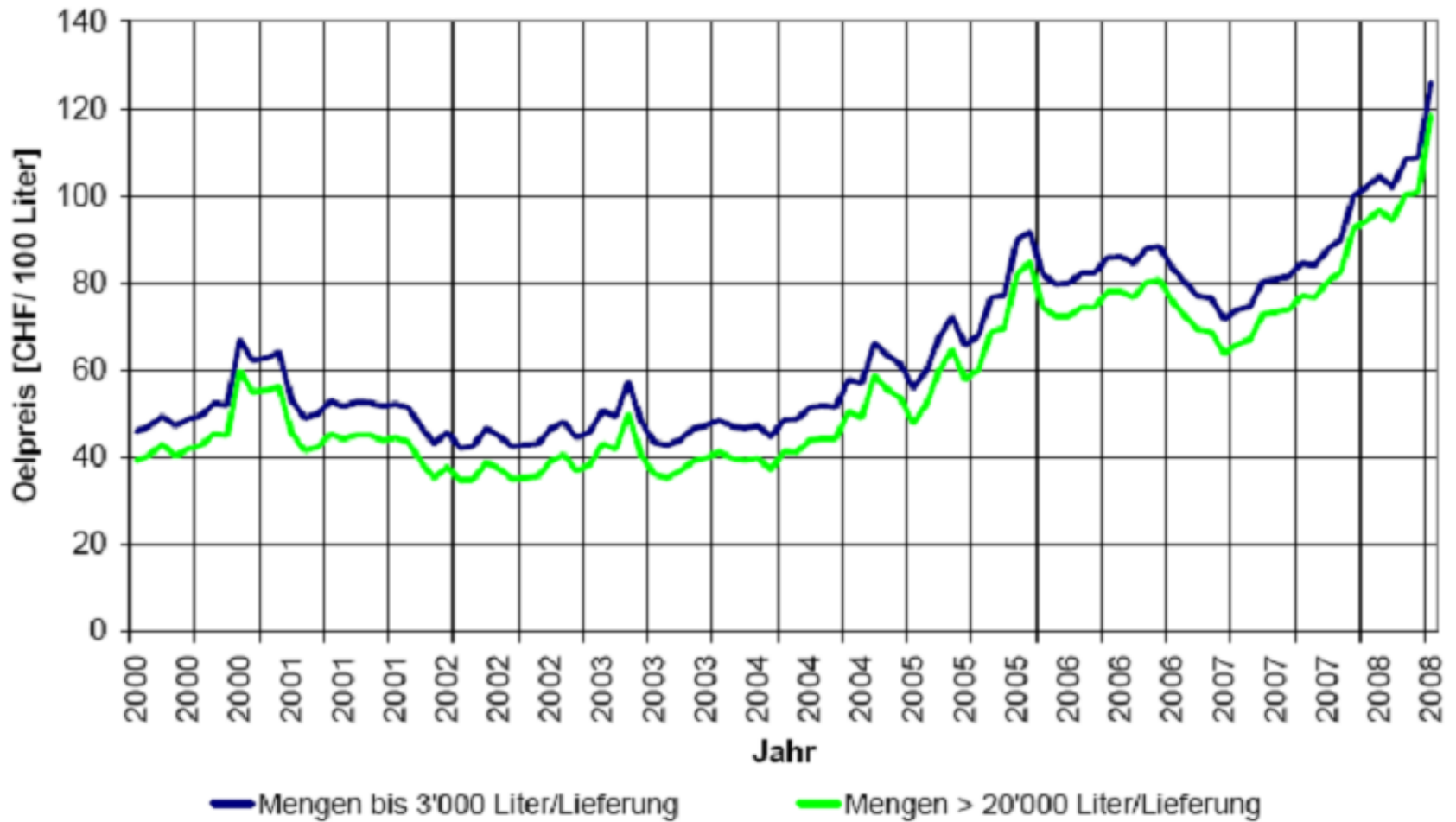
- Zielsetzung
- Einleitung, Rahmenbedingungen
- Typische Abwärmequelle und Eigenheiten
- Anforderungen an Abwärmequellen
- Konzeptionelle Überlegungen
- Die "sieben Todsünden" bei WRG-Anlagen
- Zusammenfassung und Ausblick

Zielsetzung

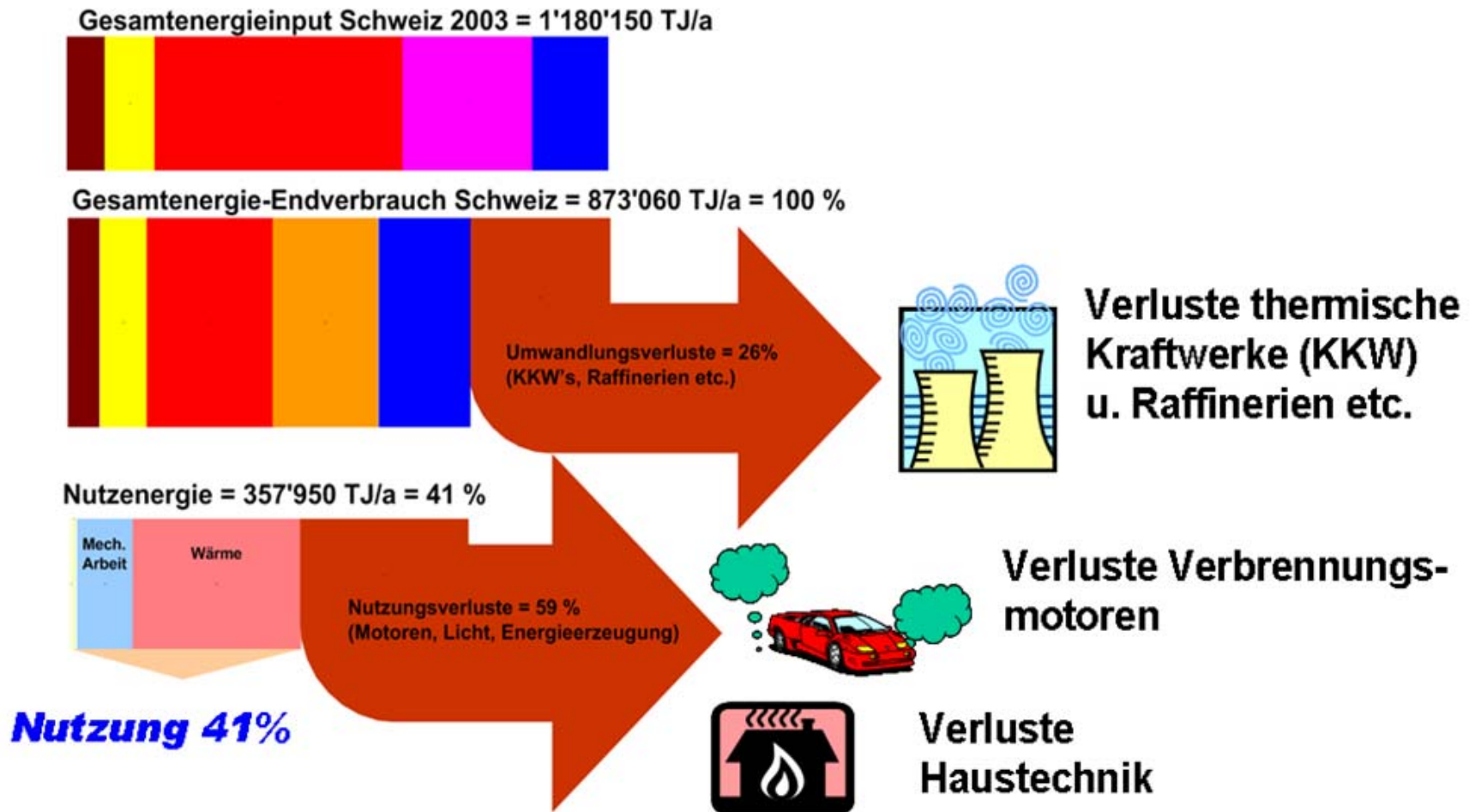
- Erfahrungen von über 80 Analysen und Betriebsoptimierungsmandaten sind weitergegeben
- Bewährte WRG-Konzepte sind bekannt
- Die häufigsten Fehlerquellen im Betrieb und Optimierungspotentiale sind erkannt
- Ein Erfahrungsaustausch unter FEZ-Beratern/Planer ist erfolgt

Einleitung, Rahmenbedingungen

*WRG-Anlagen sind wieder wirtschaftlich
=> Faktor 3 höhere Erdöl-/ Gaspreise*

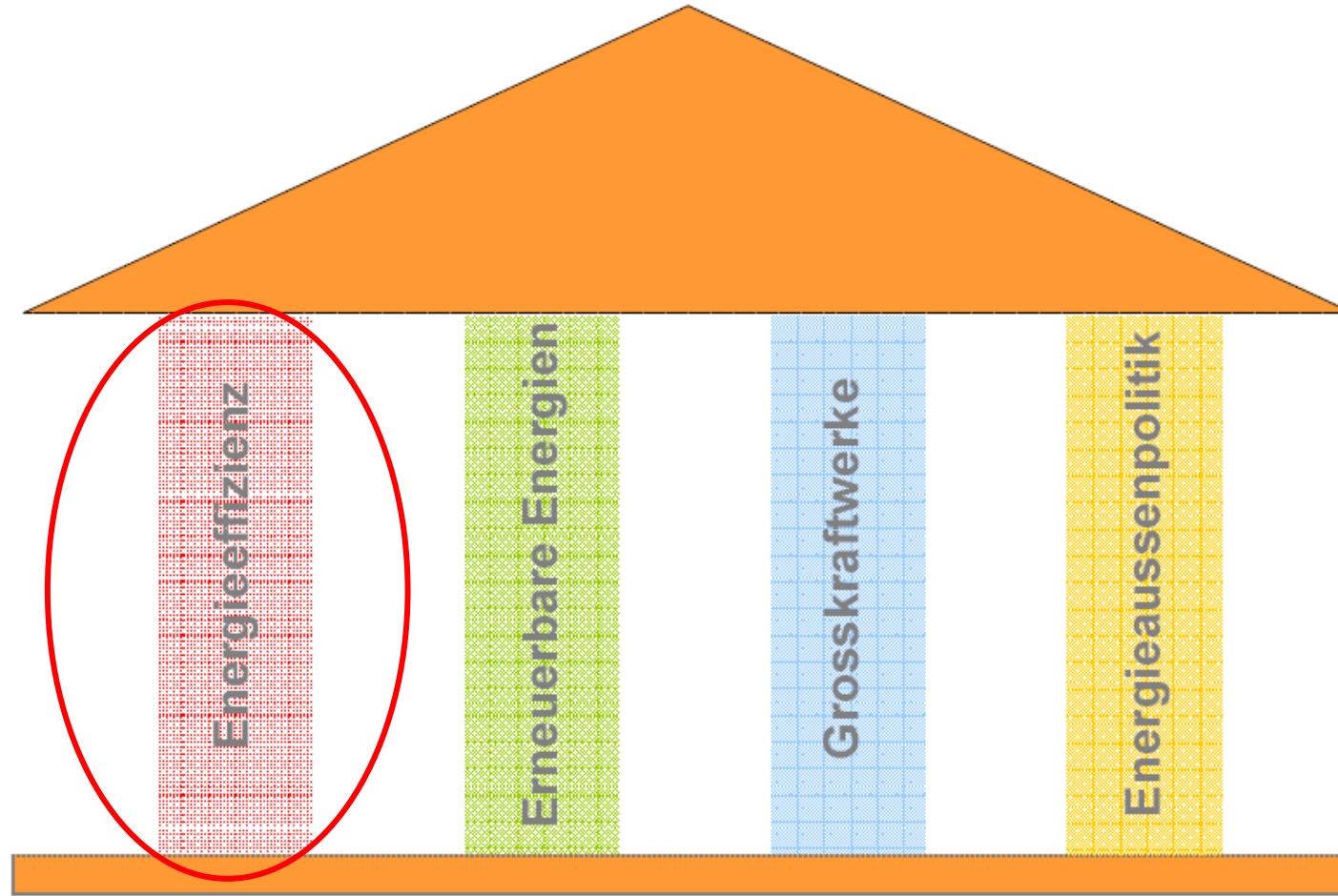


Energie-Effizienz CH beträgt nur 41%



Quelle: Schweizerische Gesamtenergiestatistik BfE

WRG-Anlagen Teil der Effizienzstrategie



WRG-Anlagen Teil von Zielvereinbarung

**UZV = Universal-
Zielvereinbarung**

fakultativ

Energieagentur der
Wirtschaft (EnAW)

**[www.energie-
agentur.ch](http://www.energie-agentur.ch)**

Geeignet für energieintensive, CH-weit tätige Betriebe zur Befreiung CO₂-Abgabe

**KZV = Kantonale
Zielvereinbarung**

fakultativ

Baudirektion Kanton
Zürich (AWEL Abt.
Energie)

**www.energie.zh.ch
Heinz Villa**

Geeignet für lohnintensive Betriebe, die Erfahrungsaustausch schätzen

**EVA = Energie-
verbrauchsanalyse**

**obligatorisch, falls
keine UZV od. KZV**

Stadt Zürich (UGZ),
Stadt Winterthur
(Fachstelle Energie),
Baudirektion Kt. ZH
in übrig. Gemeinden

Geeignet für alle Grossverbraucher (Mindestlösung)

Typische Abwärmequellen u. Eigenheiten

Typische Abwärmequellen u. Eigenheiten



*Abgase von Heiz-/Heisswasser/
Dampf/ und Thermoölkesseln*

Eigenheiten:

- Hohes Temperaturniveau 40°C - 280°C
- Kondensation nur bei tiefen Rücklauftemperaturen <45°C
- Potential 2-10 % von Brennerleistung (nur bei Kondensation)
- Anfall nur wenn Brenner läuft (während Produktion oder bei tiefen Aussentemp.)
- Nutzung nur solange Brennstoff (Öl/Gas//Biogas/Holz) vorhanden
- Kann in der Regel nachgerüstet werden

Typische Abwärmequellen u. Eigenheiten



Druckluftkompressoren

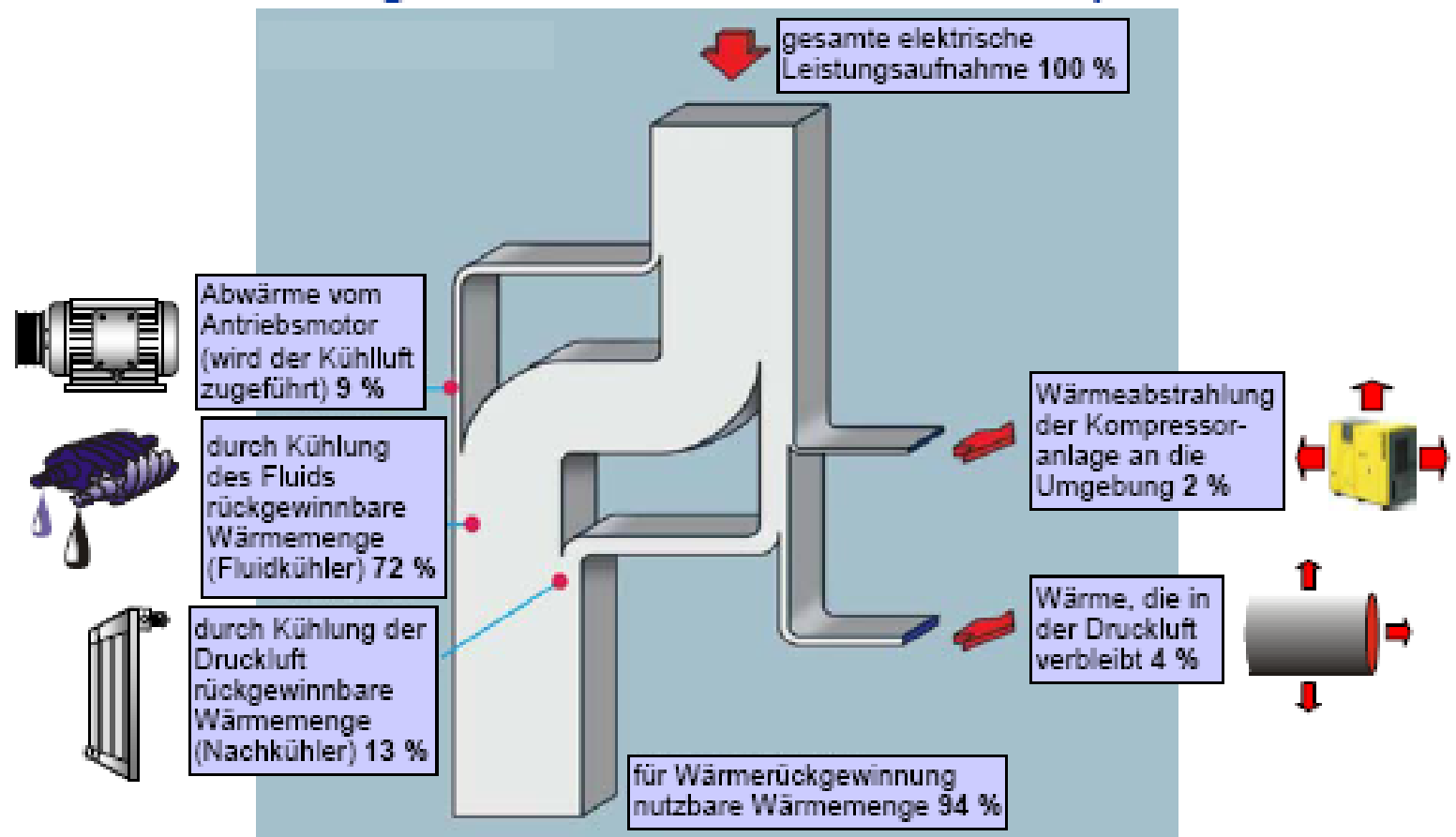
Eigenheiten:

- Temperaturniveau 30°-70°C (je nach Kompressortyp)
- Anfall in der Regel ganzjährig, jedoch oft kein oder reduzierter Anfall nachts, u. an Wochenenden (abhängig von Schichten)
- Tendenz sinkend bei Reduktion Leckverluste/effizienteren Druckluftkompr.
- Nachrüstung hinterfragen, wenn Kompressorlebensdauer <5a
- Kann in der Regel nachgerüstet werden

Typische Abwärmequellen u. Eigenheiten

Druckluftkompressoren

WRG bei fluidgekühlten Schraubenkompressoren



Typische Abwärmequellen u. Eigenheiten



Kältemaschinen

Eigenheiten:

- Kondensator Temp.niveau 20°-50°C
- Enthitzer Temperaturniveau 50°- 80°C
- Technische Kälte (IT, gewerbliche/Prozesskälte)
Anfall in der Regel ganzjährig
- Klimakälte Anfall nur bei warmen
Aussentemp. wenn Klimaanlage/
Kühldecken in Betrieb
- Energie-Effizienz v. Kältemaschine wird
massiv reduziert bei hohen Kond.temp.

Typische Abwärmequellen u. Eigenheiten



Schwaden/Heiss-/Warmluft aus Prozessen

Eigenheiten:

- Temperaturniveau 30°-250°C
- Kondensation nur bei tiefen Rücklauftemperaturen <45°C
- Je nach Prozess belastet mit Partikeln/Geruch (Verschmutzung)
- WRG-Tauscher muss umfahren werden können => Einfluss auf Kernprozess
- Anfall nur während Prozessdauer (Tagesprofil von Prozess muss bekannt sein)
- Nicht immer zentral fassbar

Typische Abwärmequellen u. Eigenheiten



Abwasser v. Duschen, Prozessen, Gebindewaschmaschinen etc.

Eigenheiten:

- Temperaturniveau 20° bis 50°C
- Je nach Prozess belastet mit Partikeln (Verschmutzung)
- Reinigung muss einfach möglich sein
- Anfall nur während Prozessdauer
(Tagesprofil von Prozess muss bekannt sein)
- Nicht immer zentral fassbar

Typische Abwärmequellen u. Eigenheiten



Abluft von Lüftungs-/Klimaanlagen

Eigenheiten:

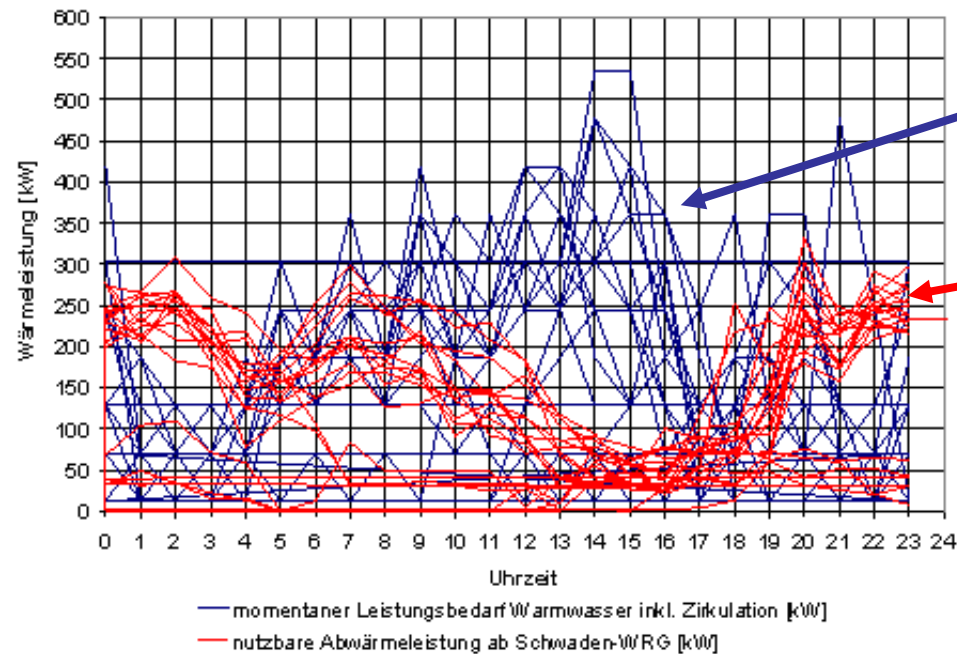
- Temperaturniveau 20° bis 30°C
- Je nach Raumnutzung belastet mit Gerüchen/Staub/Gasen
- Reinigung muss einfach möglich sein
- Anfall nur während Laufzeit der Anlage
- Falls WRG bereits vorhanden, dann ist Temperatur bei tiefer Aussentemp. fallend

Anforderungen an Abwärmequellen

Anforderungen an Abwärmequellen

Anfallende Abwärme muss genutzt werden können

- zeitlicher Anfall muss mit Bedarf übereinstimmen



Leistungsbedarf
Warmwasser

nutzbare
Abwärmeleistung

=> Messung Anfall und Bedarf unentbehrlich!

Anforderungen an Abwärmequellen

- Abwärmeleistung entspricht dem Bedarf
- Temperaturniveau Abwärmequelle ist höher als Rücklauf von Verbraucher
- Abwärmeanfall stimmt jahreszeitlich mit Bedarf überein

Das Abwärme spendende System soll durch den WRG-Prozess nicht beeinträchtigt werden

=> keine massgebliche Verschlechterung des Wirkungsgrades

(z.B. Reduktion COP bei Kältemaschinen)

=> Keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit

(z.B. Anstieg von Differenzdruck durch Verschmutzung...)

Konzeptionelle Überlegungen

Konzeptionelle Überlegungen

- Wie lange steht die Abwärmequelle innerhalb der Pay-backzeit noch zur Verfügung?
(Nutzungsdauer, Änderungen im Prozess, Effizientere Systeme bei Ersatzbeschaffung)
- Ist die Abwärmemenge in Zukunft steigend, stagnierend oder fallend?
(z.Bsp. fallend bei Reduktion der Druckluftverluste...)
- Wie entwickelt sich in Zukunft der Wärmeenergiebedarf der abwärmenutzenden Verbraucher?
- Wie sieht Pay-back-Zeit aus bei steigenden Energiepreisen?
- Um wieviel verschlechtert sich der Wirkungsgrad der Abwärmequelle z.Bsp. der Kältemaschine, wieviel der Abwärme kann tatsächlich genutzt werden?

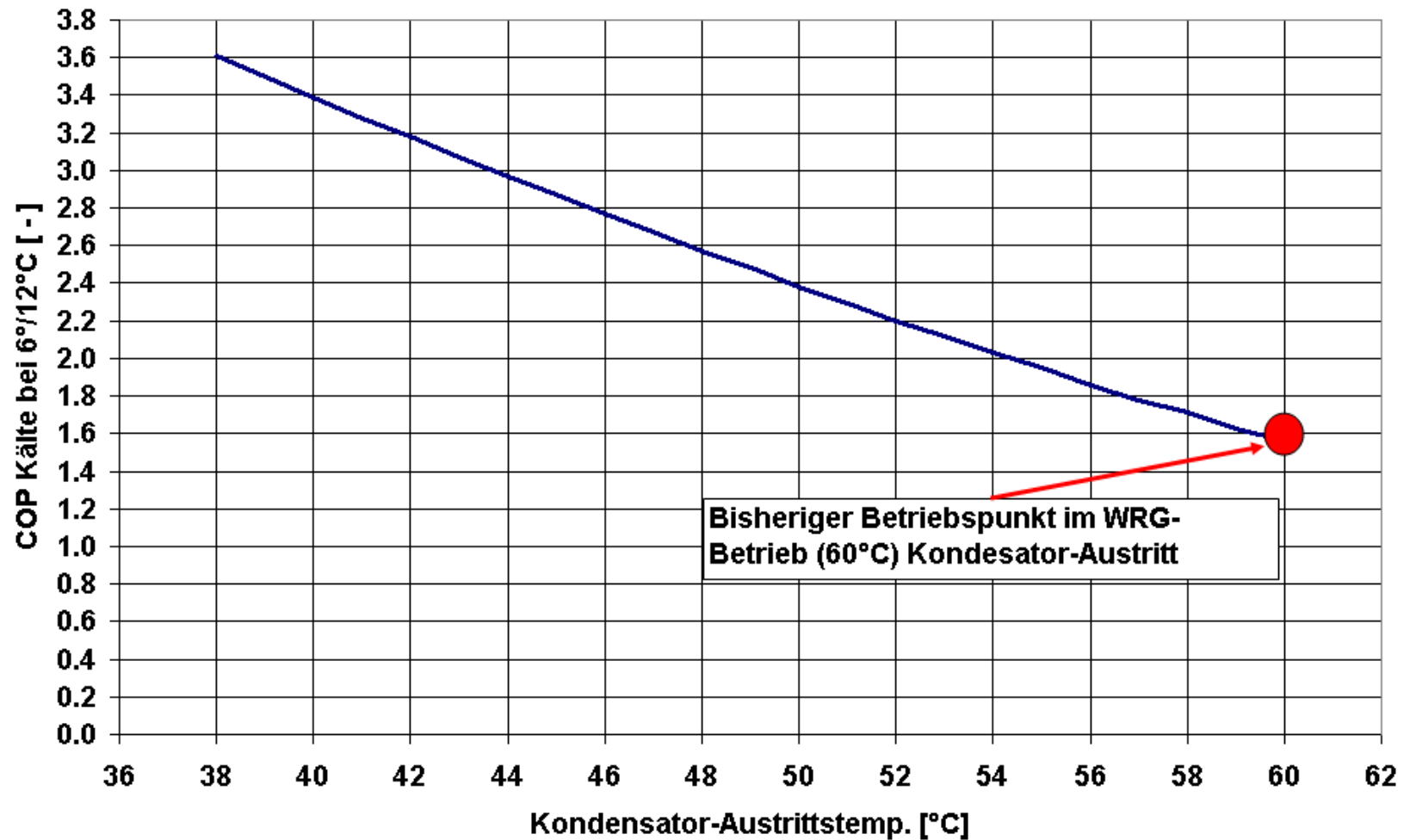
Konzeptionelle Überlegungen

- Welches sind die abwärmennutzenden Verbraucher mit:
 - den tiefsten Systemtemperaturen?
 - dem konstantesten (So/Wi, Tag/Nacht), höchsten Wärmeenergiebedarf bzw. stimmt am besten mit Angebot überein?

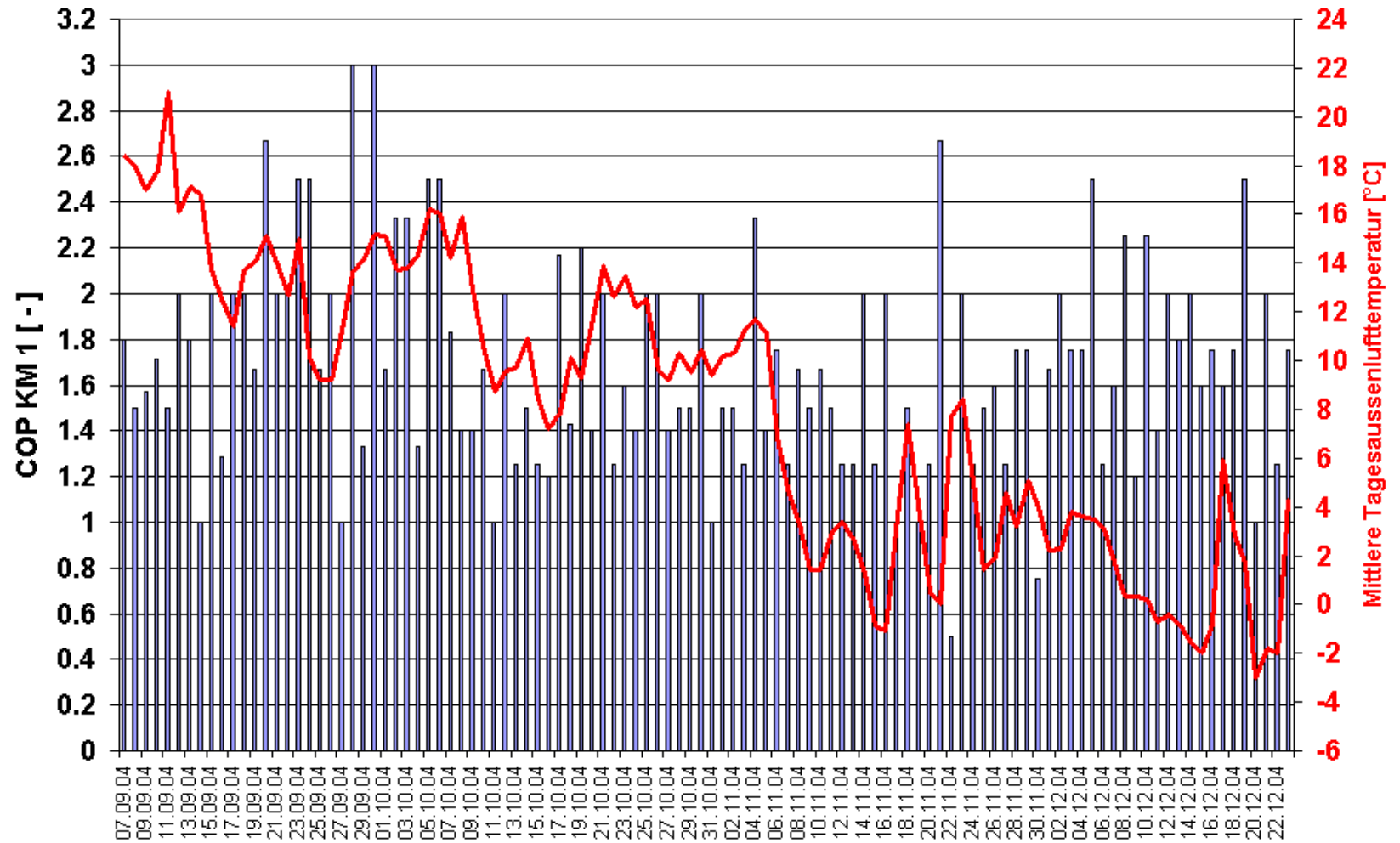
Sieben "Todsünden" bei WRG-Anlagen

1. Hohe Kondensation von Kältemaschinen wegen WRG
2. Nachwärmung in demselben Kreis seriell wie WRG-Quelle und Rückkühlung
3. Zu komplizierte Hydraulik
4. Wirkungsgrad/Ertrag bzw. Funktion wird nicht autom. überwacht
5. Systemtemperaturen nach wie vor zu hoch dimension.
6. Hydraulik mischt kalte RL u. VL-Wasser
7. Energieprognosen waren unrealistisch

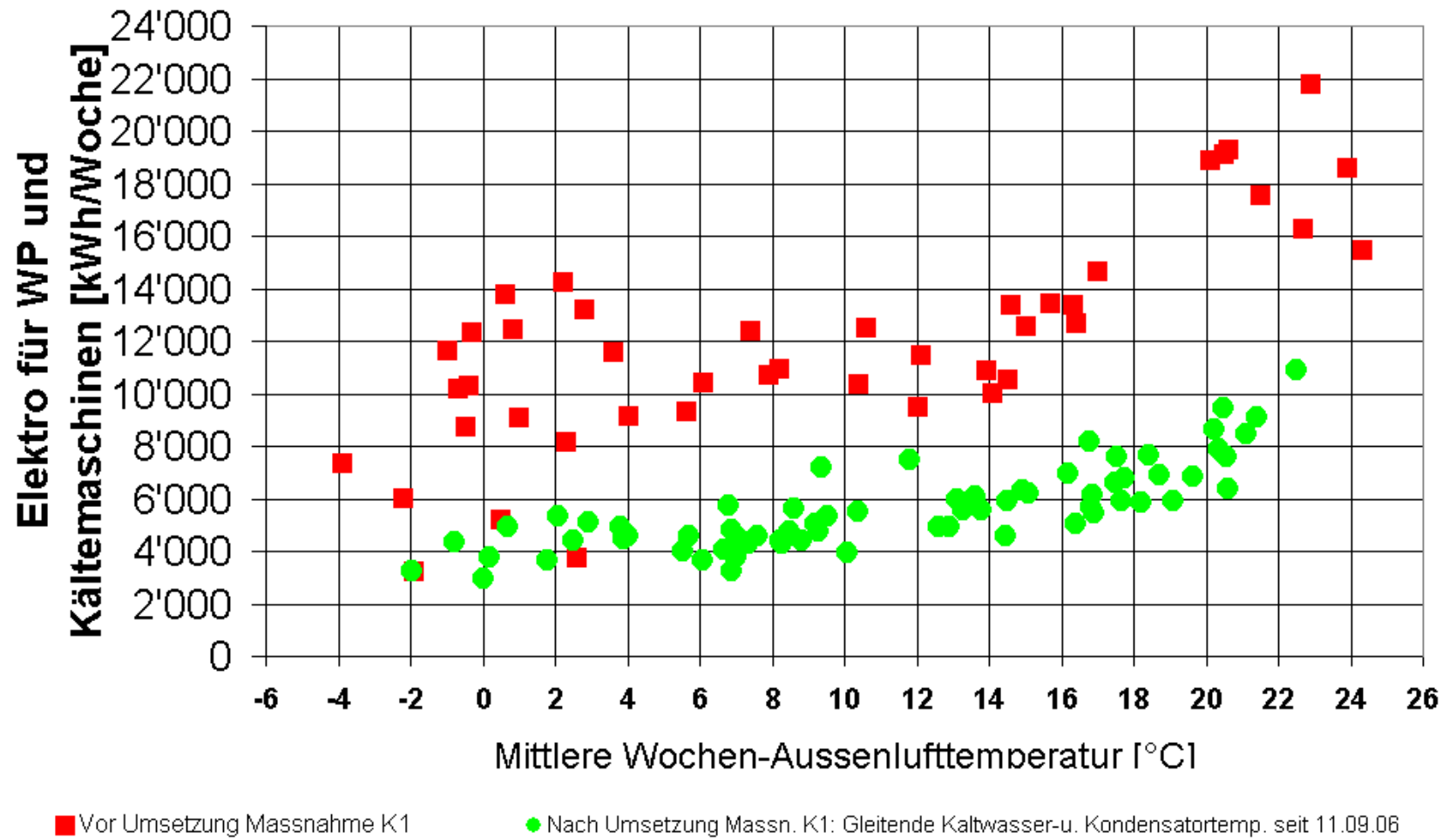
1. Hohe Kondensation von Kälte- maschinen wegen WRG



1. Hohe Kondensation von Kältemaschinen wegen WRG



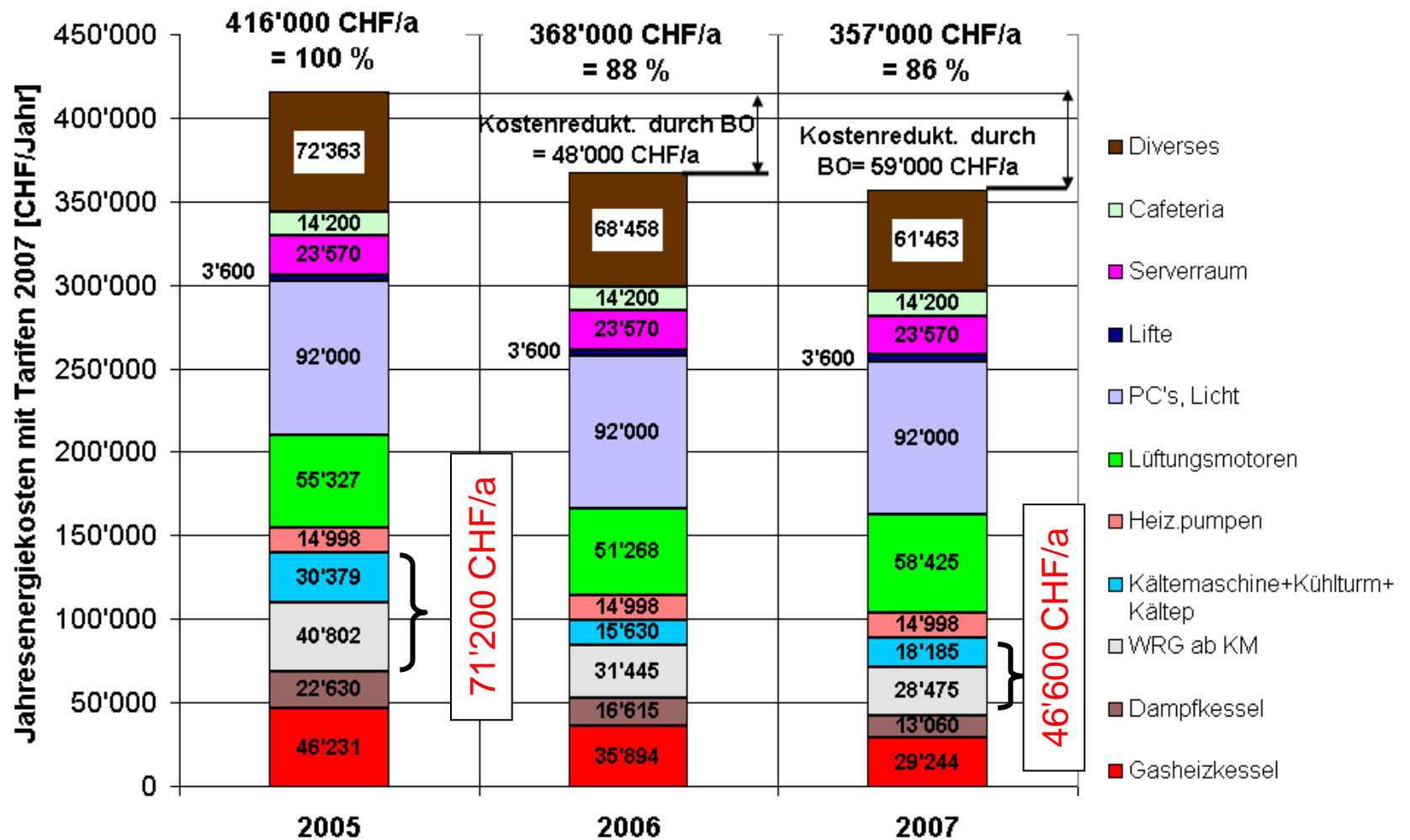
1. Hohe Kondensation von Kälte- maschinen wegen WRG



1. Hohe Kondensation von Kälte- maschinen wegen WRG

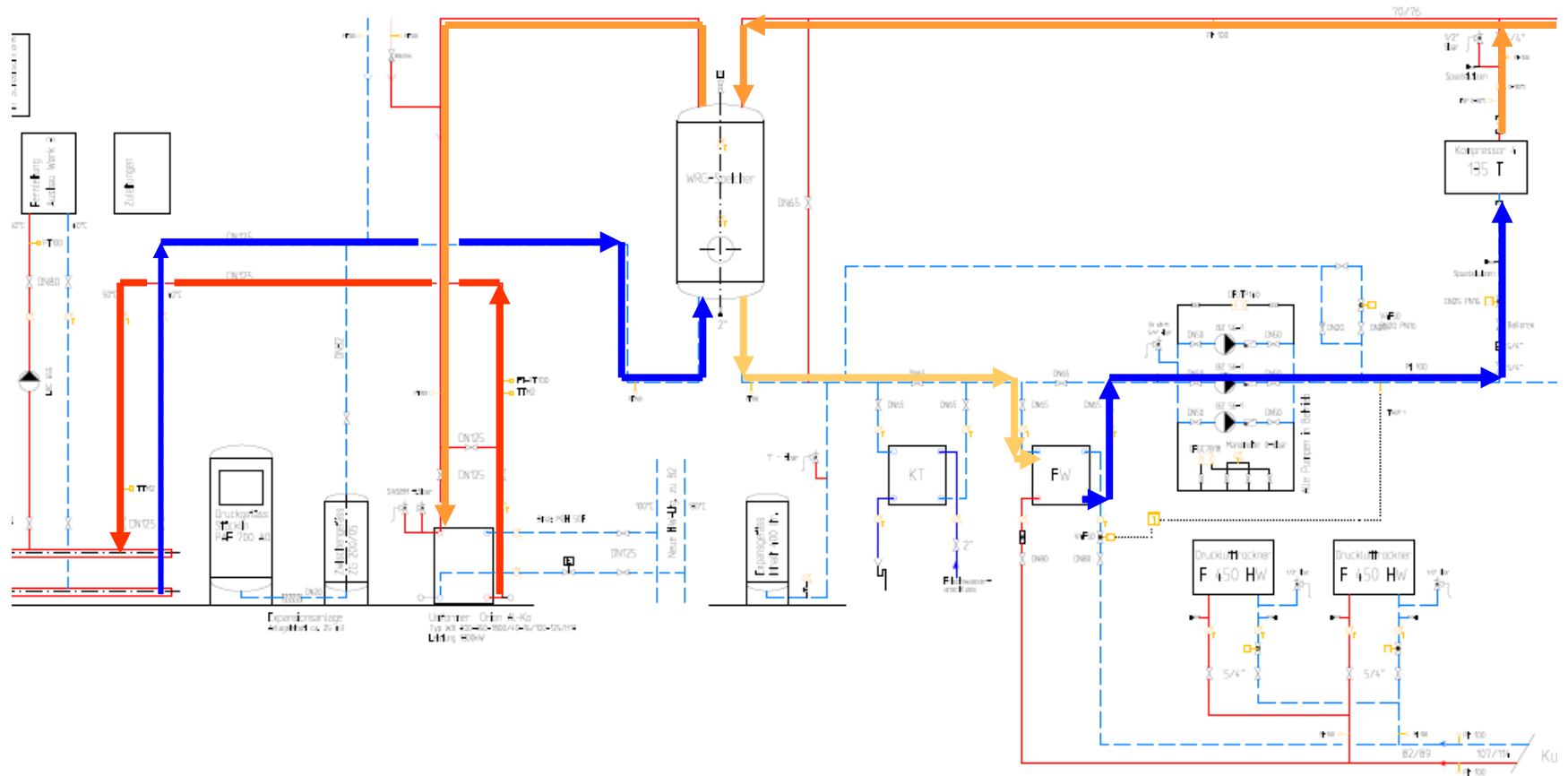


1. Hohe Kondensation von Kältemaschinen wegen WRG



Kostenreduktion nur Anteil KM/WP = 24'700 CHF/a = 35%

2. Nachwärmung in demselben Kreis seriell wie WRG-Quelle u. Rückkühlung

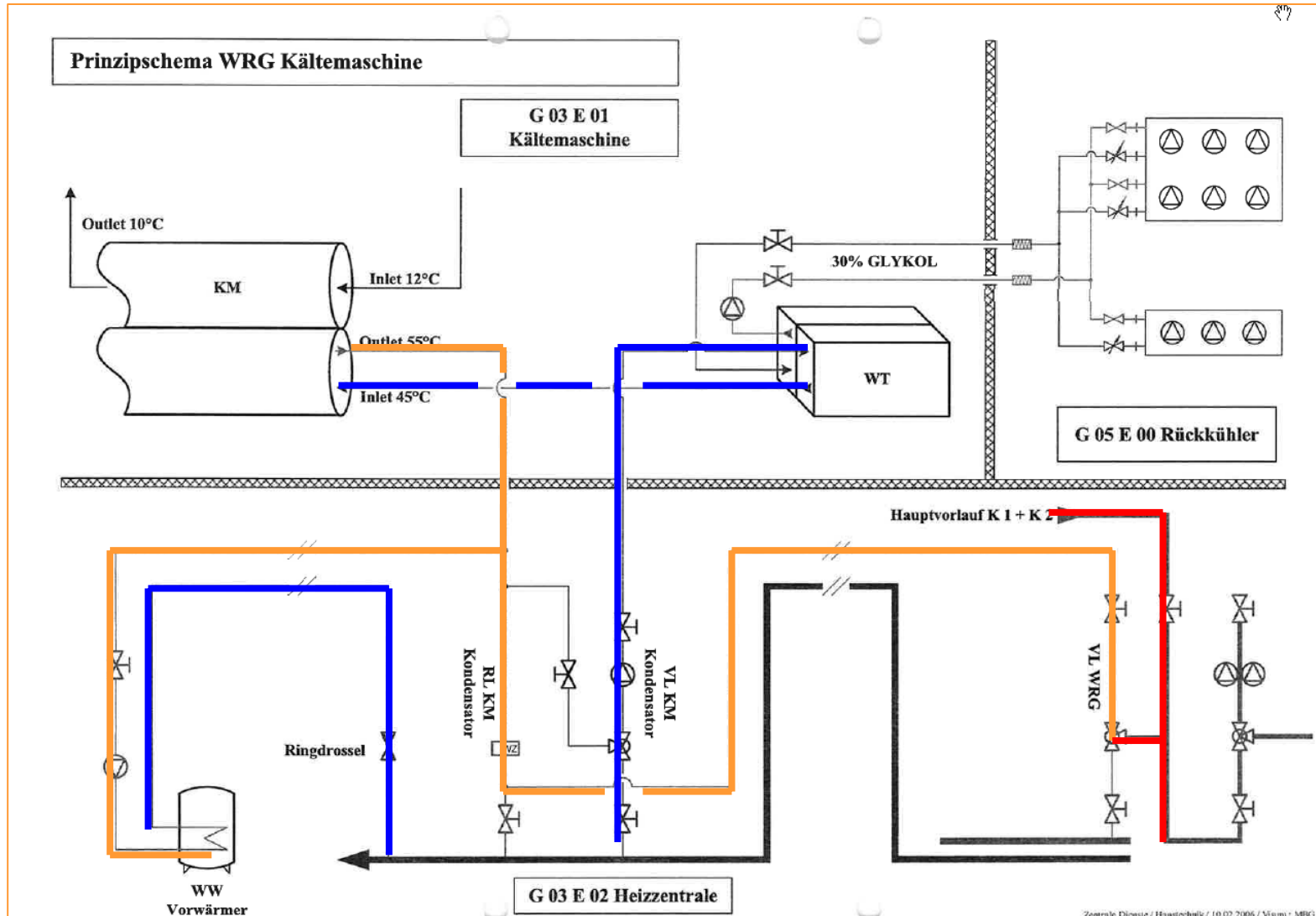


2. Nachwärmung in demselben Kreis seriell wie WRG-Quelle u. Rückkühlung

Probleme:

- Wenn Rücklauf aus Heizungsgruppen zu warm, dann wird wertvolle Energie aus Nachwärmung (von fossilen Energieträgern) im Kühlturm vernichtet!
 - Umlenkschaltungen bei Verbrauchern führen zu hohen Rücklauftemperaturen in Übergangs-/Schwachlastzeiten
 - Sehr anfällige Verbrauchergruppen:
 - Boilerladungen => gegen Ende der Ladung warmer Rücklauftemp.
 - Luftherhitzer => häufig noch Umlenkschaltungen
 - Luftheizapparate => wenn kein Absperrventil => RL-VL-Temp.
- => Regulier-/Steuerkonzept darf es nicht erlauben, dass Nachwärmung und Rückkühlung gleichzeitig laufen.

3. Zu komplizierte hydraulische Schaltung



3. Zu komplizierte hydraulische Schaltung

Probleme:

- Wenn es bereits der Ing. nicht versteht, wie soll es der Betreiber verstehen?
- Im dynamischen Betrieb stellen sich andere Verhältnisse ein, als im Dimensionierungszustand (Teillast, Differenzen zwischen Abwärmeanfall und Wärmebezug, Rücklauftemperaturen sind höher)
- Betreiber überwacht in der Regel nur einen Momentanwert

4. Die Funktion der WRG-Anlage wird nicht autom. überwacht



4. Funktion der WRG wird nicht autom. überwacht

Probleme:

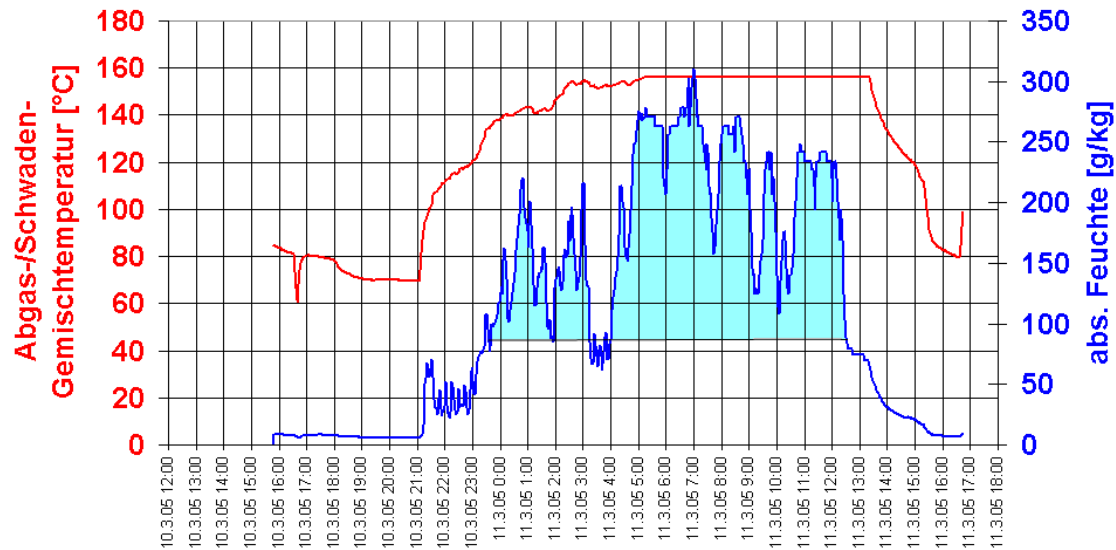
- Nachwärmung heizt autom. nach, wenn WRG nicht funktioniert
- Betreiber nehmen sich in der Regel die Zeit nicht um zu kontrollieren, ob WRG funktioniert, "es wird ja auch ohne WRG warm"
- Eine automatische Überwachung der WRG wird weggelassen, um die Investitionskosten tiefer zu halten
=> Folge: Investition ist getätigt, bringt jedoch keinen Nutzen!

5. Systemtemperaturen nach wie vor zu hoch dimensioniert

50°/40°C oder grösser sind keine Niedertemperatur-Systeme!

Probleme:

- Kondensation von feuchter Abluft/Abgase erfordert tiefe RL-Temp.



— Abgas-/Schwaden/Falschluftgemisch-Temperatur kurz vor Austritt aus Kamin Messpkt. F1

— abs. Feuchte Messpkt. F1

Bsp. WRG Leistungen

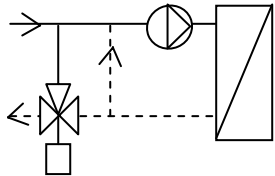
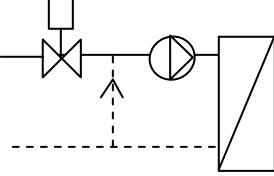
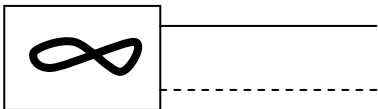
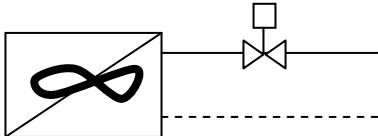
- mit Kondens. (35°C): 210 kW

- red. Kondens. (50°C): 80 kW

6. Hydraulik mischt kalte RL u. VL-Wasser

Probleme:

Typische RL-"Aufmischer": Umlenkschaltung, eingebaut. WT für WW

Falsch	Richtig
<p>- Umlenkschaltung</p> 	<p>- Einspritzschaltung</p> 
<p>- Luftheizapp. ohne Absperrventil</p> 	<p>- Luftheizapp. mit Absperrventil</p> 
<p>- WW-Speicherlad. mit eingeb. WT</p>	<p>- WW-Speicher mit ext. WT</p>

7. Energieprognosen waren unrealistisch

Probleme:

- Investitionsentscheid basiert auf komplett **falschen Annahmen** (z.B. zu langen Laufzeiten, zu hohen Bedarfszahlen, zu tiefen Temperaturen)
- **Abwärme** fällt **nicht zeitgleich** mit Bedarf an
 - z.B. warme Abluft => hohe int. Wärme => kein Heizbedarf
 - oder Abwärme aus Prozess wird für WW genutzt, jedoch WW-Bedarf ausserhalb der Produktionszeiten
- Durch Sanierungs-/Ersatzmassnahmen wird **Bedarf** oder **Abwärmemenge** massiv reduziert

Zusammenfassung/Ausblick

- Dynamischer Verlauf der Anlagen (Abwärmequelle und Verbraucher) berücksichtigen
- Verbrauchertemperaturen so tief wie möglich halten < 35°C
- Einfache hydraulische Schaltungen wählen
- Ausblick in Zukunft (Abwärme und Bedarf)